小形交流整流子電動機における異数巻電機子巻線方式の適用と整流性能評価

正員 小原 春雄 (日立) 正員 田原 和雄 (日立)
正員 石井 吉太郎 (日立) 正員 鈴木 俊 (日立工機)

Application and Evaluation of Commutation Performance with an Exceptional Armature Winding Form for Small Universal Motors

H.Koharagi, Member, K.Tahara, Member, Y.Ishii, Member (Hitachi Ltd.),
S.Suzuki, Member (Hitachi Koki Co., Ltd.)

Small-sized, AC series commutator motors (universal motors) are used very much in small appliances such as vacuum cleaners and hand tools, because they offer advantages of high speed and low cost. In particular, motors for vacuum cleaners are being designed with smaller size, but higher speed and increased output power. Therefore, it is desirable to improve commutation performance, because it influences the brush lifetime.

In this paper, a method to improve commutation performance of the motors is described. It is an exceptional armature winding form in which the turn number of the backward coil is less than that of the forward coil in the same slots. The commutation sequence determines which is the backward coil and which is the forward one. The configuration and operation of the exceptional armature winding form for universal motors are detailed. A factor to relate the commutation performance using the magnetic field and the commutation analyses is also described. The design theory is built up with respect to the exceptional armature winding form and usefulness of the method is verified for predicting brush lifetime with actual motors. The effect of the armature winding to improvement the brush lifetime is confirmed experimentally.

キーワード：整流子電動機，電機子巻線，異数巻，整流，ブラシ火花

1. まえがき

駆動システムの交流可変速化が主流にある現在においても、小形交流整流子電動機は低コストで高速回転が容易なことから電気掃除機や電動工具等の駆動源として多く用いられている。今後とも小形軽量で電動機固有の特性を活かせる所には小形交流整流子電動機が使用されていくものと考えられる。

しかし、小形交流整流子電動機はブラシを介して整流子との間のすり接触により電機子巻線に電流を流す整流現象を伴う。この整流現象は整流子片がブラシから離れる瞬間にブラシと整流子片間の電圧（ブラシ後端電圧）が火花発生限界電圧（約±3V）以上になると整流火花が発生することが知られている⁽¹⁾。特に、小形交流整流子電動機の整流は、整流コイルに電流変化分によるリアクタンス電圧と主磁束の交番による変圧器起電力が発生するので現象が

複雑となる⁽²⁾。これらの誘導起電力は電動機が小さいために補極等を設けて打ち消すことが構造上難しく整流火花の発生原因となる。ブラシからの火花発生はブラシ摩耗を増加させるのでブラシ寿命（ブラシの摩耗が所定値に達するまでの電動機の運転時間）が問題となる。

また、最近では電動機の高出力化のために高速化が図られ、整流条件が厳しくなるので、整流性能向上策を確立する必要がある。

小形交流整流子電動機の性能向上における研究は、電動機本体の設計法、整流火花の低減方法及び整流状態の数値解析方法等がある^{(3)~(6)}。その成果は設計段階での整流性能予測及び整流に係る諸定数の決定を可能にし、筆者等は電機子鉄心の同一スロット中の各整流コイルのリアクタンス電圧が異なるために整流子片の1枚置きにブラックパーが発生するため、この対策として各整流コイルのリアクタンス電圧と整流起電力との和を等しくして整流性能

を向上する異数巻電機子巻線方式（以下、異数巻線方式と略記）を考案した⁽¹⁾。

本論文では、異数巻線方式の構成と機能を述べるとともに、入力0.3～2 kWの小形交流整流子電動機を対象に、異数巻線方式の整流性能について計算と実測の両面から評価したので、その結果について述べる。

2. 異数巻線方式の概要

〈2・1〉 異数巻線方式の原理

交流整流子電動機の整流火花は電流の最大値近傍で発生し、かつ同一スロット中の上、下層の各コイル片数 $u=2$ の場合は大きな火花が整流子片の1枚置きに発生する現象が見られる。この発生原因を図1の電機子コイルの接続図を用いて説明する。同一スロット中の先に整流を終えるコイルaの整流終了時には、同一スロット中にブラシA₁で短絡されたコイルbが存在するので両コイル間の相互誘導作用により実効インダクタンスが小さくなる。一方、電機子が1整流子片T_βだけ回転し、後から整流を終えるコイルbの整流終了時には、ブラシB₂で短絡されたコイルa'が片側のスロットのみしか存在しないので、両コイル間の相互誘導作用が小さくなって実効インダクタンスが大きくなる。すなわち、コイルaとコイルbの整流終了時のリアクタンス電圧 e_r が異なる。

また、小形交流整流子電動機には補極を設けないため、整流帯には電機子反作用磁束が発生しており、コイルaとコイルbの整流終了時の回転子位置が整流子片T_βだけ異なるので、両コイルが誘起する速度起電力 e_c にも差を生じる。

このため、両コイルの整流状態を左右するリアクタンス電圧 e_r と速度起電力 e_c の和（以下、残留電圧と略記）には差異を生じる。すなわち、残留電圧は後から整流を終えるコイルの方が大きくなり、これが整流子片の1枚置きに大きな整流火花が発生する原因となる。そこで、異数巻線方式は、残留電圧の大きな後から整流を終えるコイルの巻回数を少なくし、その少なくした巻回数分だけ残留電圧の小さな先に整流を終えるコイルの巻回数を多くして両コイルの残留電圧を均一化するものである。

各々の電動機の仕様によって先に整流を終えるコイルの

巻回数 N_1 と後から整流を終えるコイルの巻回数 N_2 の比（以下、 N_1/N_2 の比を異数巻線比と略記）には最適値が存在するはずであり、それに影響を及ぼす因子と算出方法について次に述べる。

〈2・2〉 最適な異数巻線比の算出方法

電動機本体においてブラシ寿命を左右する因子としてはリアクタンス電圧、速度起電力及び変圧器起電力があり、特にリアクタンス電圧と速度起電力の影響が大きい。そこで、異数巻線比に影響を及ぼす因子としてはリアクタンス電圧、速度起電力及びブラシ材を考える。まず、定性的な異数巻線比の算出方法について述べる。

（1）残留電圧 e_j

残留電圧 e_j は次式で求められる。

$$e_j = e_{rj} + e_{cj} \quad (v) \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここに、 e_{rj} ：リアクタンス電圧（v）、 e_{cj} ：速度起電力（v）

（2）リアクタンス電圧 e_{rj}

リアクタンス電圧 e_{rj} は次式で求められる。

$$e_{rj} = L_{ej} \frac{di}{dt} \quad (v) \quad \dots\dots\dots (2)$$

ここに、 L_{ej} ：整流コイルの実効インダクタンス

（H）、 di/dt ：整流コイルの電流変化（A/s）

ここで、実効インダクタンス L_{ej} は各整流コイルの整流状態を考慮して算出する必要がある。簡単化のために、第1図に示したコイルaとコイルbに着目し、コイル抵抗、ブラシ接触電圧降下を無視すると、コイルa、コイルbの整流回路は図2に示すようになる。整流コイルaの回路が開くとき、次式が成り立つ。

$$L_a \frac{di_a}{dt} + M_{ab} \frac{di_b}{dt} = L_{ea} \frac{di_a}{dt} = e_{ra} \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$M_{ba} \frac{di_a}{dt} + L_b \frac{di_b}{dt} = 0 \quad \dots\dots\dots (4)$$

ここに、 L_a 、 L_b ：コイルa、bの自己インダクタンス（H）、 M_{ab} 、 M_{ba} ：コイルaとコイルb

図1 電機子コイルの接続図

Fig.1. Connection diagram of armature winding.

図2 整流回路

Fig.2. Commutation circuit.

の相互インダクタンス (H), L_{ea} : コイル a の実効インダクタンス (H)

(3), (4) 式よりコイル a のリアクタンス電圧 e_{ra} は,

$$e_{ra} = L_{ea} \frac{di_a}{dt} = \left(L_a - \frac{M_{ab} \cdot M_{ba}}{L_b} \right) \frac{di_a}{dt} \dots\dots (5)$$

となる。同様にして、コイル b のリアクタンス電圧 e_{rb} は次式となる。

$$e_{rb} = L_{eb} \frac{di_b}{dt} = \left(L_b - \frac{M_{ba'} \cdot M_{a'b}}{L_a} \right) \frac{di_b}{dt} \dots\dots (6)$$

ここに, $M_{a'b}, M_{ba'}$: コイル a' とコイル b の相互インダクタンス (H), L_{eb} : コイル b の実効インダクタンス (H)

(5), (6) 式から明らかなように、相互誘導作用の大小によりリアクタンス電圧が左右され、 $e_{ra} < e_{rb}$ となる。

コイル a, コイル b の自己及び相互インダクタンスは、表 1 に示すスロットもれパーミアンスより求めた。整流コイルの電流変化 di/dt は補極がないために不足整流となることから、ブラシ寸法と周速で決まる正規の整流周期 T_c に対し、最後の $1/4 T_c$ で $+I_a$ から $-I_a$ まで直線的に整流が完了すると仮定し、次式より求めることにした。

$$\frac{di}{dt} = \frac{I_a}{T_c} = \frac{4I_a}{b - \delta} \dots\dots\dots (7)$$

ここに, I_a : 電機子電流 (A), b : ブラシ幅 (m), δ : 整流子片間のスリット幅 (m), v_a : 電機子周速 (m/s)

(3) 速度起電力

電動機は補極がないために、整流帯には電機子反作用磁束が発生しており、コイル a とコイル b の整流終了時の回転子位置が 1 整流子片 T_p だけ異なるので両コイルと鎖交する磁束 B_j が異なる。

このため、両コイルの速度起電力 e_{cj} の計算は、まず鎖交磁束密度を求めてから、次式によりコイル a, b の速度起電力 e_{ca}, e_{cb} を求めた。

$$e_{cj} = 2 \cdot \omega_j \cdot B_j \cdot l_a \cdot v_a \dots\dots\dots (8)$$

ここに, ω_j : 1 コイルの巻回数, B_j : 整流コイルの鎖交磁束密度 (T), l_a : 電機子鉄心積厚 (m)

図 3 に両整流コイルの鎖交磁束の算出方法を示す。まず、同図 (イ) に示すように主磁束のもれを含む整流帯近傍の磁束密度 B_0 を求める。そして、電機子巻線の短節度 ϵ を考慮するとコイル a, コイル b が切る磁束密度分布は時間的に ϵ だけずれることから、同図 (ロ) に示すように、ブラシ

図3 整流コイルの鎖交磁束の算出方法

Fig.3. Calculation method of linkage flux for commutation coils.

表1 スロットもれパーミアンスの計算式

Table 1. Calculation equations of slot leakage permeance.

項 目		計 算 式	記号の説明
自己インダクタンス	スロットもれ	上層コイル $L_u = \omega_{i(j)}^2 \cdot \mu_0 \cdot l_a \cdot \left(\frac{h_4}{3b_3} + \frac{2h_3}{b_2+b_3} + \frac{2h_2}{b_1+b_2} + \frac{h_1}{b_1} \right)$ (H)	
	下層コイル	$L_d = \omega_{i(j)}^2 \cdot \mu_0 \cdot l_a \cdot \left(\frac{h_5}{3b_4} + \frac{2h_4}{b_3+b_4} + \frac{2h_3}{b_2+b_3} + \frac{2h_2}{b_1+b_2} + \frac{h_1}{b_1} \right)$ (H)	
	歯頭もれ	$L_t = \frac{W_{ip}}{4g}$ (H)	
	コイル端もれ	$L_e = 0.364 \frac{l_e}{2l_a} (\log \frac{l_e}{d_s} - 0.5)$ (H)	
相互インダクタンス	スロットもれ	$M = \omega_i \cdot \omega_j \cdot \mu_0 \cdot l_a \cdot \left(\frac{h_4}{2b_3} + \frac{2h_3}{b_2+b_3} + \frac{2h_2}{b_1+b_2} + \frac{h_1}{b_1} \right)$ (H)	$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ (H/m) d_s : 導体の等価直径 (cm) l_a : 電機子鉄心積厚 (cm) l_e : コイルエンド (cm) ω_i, ω_j : 1 コイルの巻回数
	歯頭もれ	$M_t = L_t$ (H)	
	先に整流を終えるコイル	$M_e = \frac{L_e}{2}$ (H)	
	後から整流を終えるコイル	$M_e = 0$ (H)	

中心軸 α を中心にして、磁束密度分布 B_r を $\epsilon/2$ ずつずらして合成した磁束密度分布 B_t を求める。この磁束密度分布 B_t が実際に整流コイルと鎖交する磁束密度である。整流帯は次式で示される。

$$b_c = \frac{P_s}{u} (S_c + u - 1) \quad \dots\dots\dots (9)$$

ここに、 b_c ：整流帯（m）、 P_s ：電機子表面スロットピッチ（m）、 S_c ：ブラシカバリング（m）

この結果、図3（ロ）に示すように、コイルaとコイルbの整流終了時における鎖交磁束 B_a 、 B_b が求まり、(8)式により各コイルの速度起電力を計算できる。

以上の計算方法により残留電圧 e_j を計算すると、コイルaとコイルbの巻回数が同一である場合、残留電圧 e_a と e_b の間には $e_a < e_b$ の関係が成り立つ。そこで、コイルaの巻回数を多くし、その多くした巻回数分だけコイルbの巻回数を少なくして $e_a = e_b$ とし、整流改善を図るのが異数巻線方式である。なお、磁束密度分布の算出には磁界解析を用いた。

以上、定性的な異数巻線比の算出方法について述べたが、ブラシ材の影響を考慮できない。ブラシのV-I特性の影響を考慮して異数巻線比の最適化を図るには整流解析を行う必要がある。

〈2.3〉整流解析

直流機用に開発された整流解析は変圧器起電力を考慮していない^(*)。しかしながら、交流整流子電動機では、整流回路中に、リアクタンス電圧と変圧器起電力の2つの電圧が発生しているが両者の大小関係から変圧器起電力が無視できる。さらに、電動機に流れる商用周波数の交流電流の周期（50 Hzであれば20 ms）に比較して、整流周期 T_c は十分短く、従って整流期間中には電動機電流は一定とみなすことができる（交流電流の瞬時値が最大となる点、すなわち整流が最も難しくなる時点の電流値を持つ一定の直流電流）。これより、本電動機の整流解析には変圧器起電力を考慮していない直流機の整流解析を用いることとし、次のように変更した。

大形機では整流子片に接続される電機子コイルの巻回数は1であるが、小形機では巻回数が多くなる。このため整流解析では同一スロットに入る各々の電機子コイルの巻回数を任意に設定できるようにした。すなわち、整流解析に必要な各整流コイルの自己及び相互インダクタンスは表1に示したように1コイルの巻回数を考慮した計算式とし、速度起電力についても(8)式に示すように1コイルの巻回数を考慮している。

3. 実験方法

〈3.1〉対象機の概要

対象機としては表2の仕様に示すように、入力2 kWで電機子コイルの巻回数が9ターン、入力0.55 kWで電機子コイルの巻回数が10ターン及び入力0.3 kWで電機子コイルの巻回数が19ターンの交流整流子電動機を用

いた。

〈3.2〉実験方法

異数巻線方式による電動機の整流改善効果を検証するために、異数巻線比を変化したときのブラシ寿命と図4に示す方法によりブラシ後端電圧を測定した。

4. 結果と検討

〈4.1〉磁界解析結果

図5に電機子側をギャブワインディングとした場合の2 kW機の磁界解析結果、図6に図5の結果から求めた磁束分布を示す。短節度 ϵ を考慮した図6の磁束分布より、ブラシ位置を反回転方向に移動していることから、コイルa、bとも鎖交する磁束密度がブラシの入口側で電圧整流、出口側で不足整流となる分布形状を示しているが、整流終了時の磁束密度に着目すると、コイルaとコイルbとは若干異なっていることがわかる。したがって、この両コイルが鎖交する磁束密度の差異はブラシ位置の移動量によって左右される。

表2 対象機の仕様

Table 2. Specifications of the trial machines.

項 目	2 kW機	0.55 kW機	0.3 kW機
入 力 (kW)	2	0.55	0.3
電 圧 (V)	200	100	100
電 流 (A)	10	6	3
回転速度 (rpm)	24500	13500	24000
電機子 コイル巻回数	9 / 9	10 / 10	19 / 19

図4 ブラシ後端電圧の測定方法

Fig.4. Detective method of trailing edge drop for brushes.

図5 2 kWの磁界解析結果

Fig.5. Magnetic equipotentials of 2 kW machine.

<4. 2> 整流解析結果

表3に異数巻線方式を適用した2kW機の整流解析結果を示す。計算条件は現行の電機子コイルの巻回数9/9ターンに対し、巻回数を10/8、11/7、12/6ターンとした場合の整流曲線、短絡電流及びブラシ-整流子片間電圧を示した。表3より、異数巻線比(N_1/N_2)に対して整流曲線及び短絡電流についてはさほど変化ないが、コイルaについては電圧整流、コイルbについては不足整流になっていることがわかる。整流終了時のブラシ-整流子片間電圧(ブラシ後端電圧)に着目すると、9/9では整流子片2(コイルb)の方が整流子片1(コイルa)より

図6 2kW機の電機子表面の磁束密度分布(計算値)
Fig.6. Magnetic flux density distribution of armature surface for 2 kW machine.

り大きい、10/8を境にして11/7、12/6ではコイルaがコイルbより逆に大きくなっていることがわかる。すなわち、2kW機の最適な異数巻線比は10/8と言える。

<4. 3> 実験結果

図7には2kW機の異数巻線比を変化した場合のブラシ後端電圧の実測結果を示す。なお、ブラシ後端電圧は電動機を直流電源で運転した場合の結果である。図7より、異数巻線比が(イ)9/9の場合はブラシ後端電圧が整流子片1より整流子片2の方が大きくなっているが、(ロ)10/8の場合はブラシ後端電圧の整流子片1と整流子片2の差が小さくなり、(ハ)11/7、(ニ)12/6になるとブラシ後端電圧が逆に整流子片2より整流子片1の方が大きくなることが確認できた。

図7 2kW機のブラシ後端電圧の実測結果
Fig.7. Measurement results of trailing edge voltage of 2 kW machine.

表3 異数巻線方式を適用した2kW機の整流計算結果

Table 3. Commutation analytical results of exceptional armature winding for 2 kW machine.

項目	N_1/N_2	9/9	10/8	11/7	12/6
整流曲線	コイル電流 (A)	コイルb コイルa	コイルb コイルa	コイルb コイルa	コイルb コイルa
短絡電流	コイル電流 (A)	コイルb コイルa	コイルb コイルa	コイルb コイルa	コイルb コイルa
ブラシ-整流子片間電圧	電圧 (V)	整流子片2 整流子片1	整流子片2 整流子片1	整流子片2 整流子片1	整流子片2 整流子片1

図8に2 kW機の残留電圧とブラシ寿命の関係を示す。図8より、ブラシ寿命は異数巻線比によって凸形状を示していることから、異数巻線方式は最適な異数巻線比に設定することによりブラシ寿命を1.3 倍に改善できることが確認できた。また、最適な異数巻線比はブラシ寿命からは11/7、残留電圧からは10/8（コイルaの残留電圧 e_a とコイルbの残留電圧 e_b の差が最小）である。

図9に0.55 kW及び0.3 kW機の残留電圧とブラシ寿命の関係を示す。図9より、両電動機においても異数巻線方式は最適な異数巻線比に設定することによりブラシ寿命を1.3～2.0倍に改善できることが確認できた。また、最適な異数巻線比は（イ）0.55 kW機の場合にはブラシ寿命から11/9、残留電圧から12/8である。同様に、（ロ）0.3 kW機の場合にはブラシ寿命から23/15、残留電圧から21/17である。

したがって、最適な異数巻線比は残留電圧及び整流解析を用いて算出できることが確認でき、ブラシ後端電圧の測定結果からも決定できる。また、異数巻線方式はブラシ寿命を1.3～2.0倍に改善できることを確認した。

なお、異数巻線方式は現在、ほとんどの交流整流子電動

機に適用してブラシ寿命の改善効果を確認しており、最適な異数巻線比はブラシ後端電圧を測定して決定している。

5. あとがき

小形交流整流子電動機の整流性能向上策として、先に整流を終えるコイルの巻回数 N_1 と後から整流を終えるコイルの巻回数 N_2 との巻回数を異ならせる異数巻線方式に着目し、異数巻線比 N_1/N_2 の最適化に対して磁界及び整流解析を用いて検討した結果、次の結論を得た。

- (1) 異数巻線方式は最適な異数巻線比に設定することにより整流性能を向上し、ブラシ寿命を改善できることを確認した。
- (2) 最適な異数巻線比は、磁界解析により算出した整流帯の磁束分布を用いた速度起電力とスロットもれパーミアンスから求めたリアクタンス電圧の和である残留電圧から概略算出できる。
- (3) 整流解析により異数巻線比のとりかたによって整流子片1, 2の後端電圧の大小関係が逆転することを示し、後端電圧の実測結果とよく一致することを明らかにした
- (4) 最適な異数巻線比はブラシ後端電圧を測定し、その電圧が一樣になるようにして決定できる。
- (5) 最適な異数巻線比に影響を及ぼす因子としては、ブラシ移動量、整流コイルのリアクタンス電圧、速度起電力などである。

なお、本論文は1スロット内のコイル片数が2の場合の例について示したが、ここで得られた知見は、コイル片数が2より大きい一般の場合にも有効であると考えられる。

終わりにのぞみ、本研究を進めるにあたりご指導いただいた株式会社日立製作所リビン機器事業部電化機器本部常楽主任技師、日立多賀テクノロジー株式会社副技師長、日立工機株式会社モータ開発部坂本主任研究員、日立エレベーターサービス株式会社松井主任技師、茨城大学教育学部高橋教授、日立製作所研究開発推進本部大前副技師長、日立研究所高橋主任研究員、山下技師の各位に対し、深く謝意を表します。

（平成5年12月13日受付、平成6年8月8日再受付）

図8 2 kW機のブラシ寿命と残留電圧

Fig.8. Lifetimes of brushes and remaining voltage of 2 kW machine.

(イ) 0.55kW機

(ロ) 0.3kW機

図9 0.55 kW及び0.3 kW機のブラシ寿命と残留電圧

Fig.9. Lifetimes of brushes and remaining voltage of 0.55 kW and 0.3 kW machines.

文 献

- (1) 林邦雄:「電刷子整流論」, 電学誌 68巻 718号 pp.203-205 (昭23-8)
- (2) T. Ichiki, S. Kawai, H. Kimura, S. Motegi: "Commutation of 50 Cycle Single-Phase Commutator Motor for A.C. Locomotive", Hitachi Review, Vol.6, No.1, pp.1-9 (1957-2)
- (3) 川田輝明:「単相直巻整流子電動機の設計法および設計係数」, 電学論 B, 97, pp.406-415 (昭47-7)
- (4) 藤井俊雄, 花沢民雄:「補極を使わぬ整流に関する研究」, 電気学会回転機研究会資料, RM-85-30 (昭60-7)
- (5) 中田高義・高橋則雄・森田直行・児玉保久・藤原俊明:「整流特性が考慮可能な有限要素法による単相直巻整流子電動機の解析」, 電学論 B, 104, pp.809-816 (昭59-12)
- (6) 松田敏彦・守山貴庸・昆田信生・鈴木好夫:「小型交流整流子機の整流特性解析」, 電気学会回転機研究会資料, RM-92-161 (平4-12)
- (7) 小原木春雄・田原和雄・安倍岳志・石井吉太郎・鈴木俊:「小型交流整流子電動機の整流性能向上」, 電気学会回転機研究会資料, RM-90-96 (平2-12)
- (8) 田原和雄・松井孝行・高橋典義・茂木正二・竹村明・石川芳寿:「直流機の新構成電機子」, 電学論 B, 102, pp.387-394 (昭57-6)

小原木 春雄 (正員) 昭和28年2月5日生。46年3月佐賀県立鳥栖工業高校電気科卒業。同年4月(株)日立製作所入社, 日立研究所にて, 回転電機の研究に従事。現在, 同所技師。工学博士。昭和62年オーム技術賞受賞。

田原 和雄 (正員) 昭和17年2月13日生。35年3月山梨県立甲府工業高校電気科卒業。同年4月(株)日立製作所入社, 日立研究所にて, 回転電機の研究に従事。その間43年茨城大学工業短期大学電気工学科卒業。現在, 同所主任研究員。工学博士。昭和62年オーム技術賞受賞。

石井 吉太郎 (正員) 昭和23年11月30日生。44年3月国立奈良工業高等専門学校電気工学科卒業。同年4月(株)日立製作所入社, リビング機器事業部電化機器本部にて, 電気掃除機の設計に従事。現在, 電化機器事業部多賀本部本部長付。

鈴木 俊 (正員) 昭和9年4月6日生。33年3月東北大学電気工学科卒業。同年4月日立工機(株)入社, 研究部にて, 電動工具用回転電機及びそれから発生する電波雑音の研究に従事。現在, 同勝田研究所主管研究員。