被写体を追尾撮影時の放送カメラマンの カメラワーク特性分析

正会員 加藤 大一郎[†], 正会員 山田 光穂[†], 正会員 阿部 一雄[†]
正会員 石川 秋男[†], 学生会員 尾幡 昌芳^{††}

Analysis of the Camera Work of Television Cameramen while Tracking Subjects

Daiichiro Kato[†], Mitsuho Yamada[†], Kazuo Abe[†],
Akio Ishikawa[†] and Masayoshi Obata^{††}

Abstract: We analyzed the shooting technique of cameramen in relayed soccer telecast which is difficult to predict subjects' movement. We tested how cameramen confirm the subjects and how control the camera, by detecting their eye movement and velocity of the camera.

Outcomes therefrom:

- Cameramen shoot by repeatedly paying attention of approximately 50 msec at a time to the surroundings.
- They always leave space in front of a moving subject, and the quantity of the space depends on the subject's size in the image and its velocity
- At an abrupt change in the subject's movement, sense it and perform the optimal correction in a very short time of about 300 msec.
- The maximum acceleration produced during panning was some 200 deg/sec² while on air and 300 deg/sec² while searching.

1. ま え が き

放送現場からは、カメラを通して迫力のある映像が視聴者のもとへと届けられている。これらの臨場感のある映像は、一流の放送カメラマンによって撮影されたものであり、カメラマンが長年にわたって培ってきた経験とノウハウによって創造されたものである。

一方で番組制作現場では、近年、多様化する番組や報道に対応して、災害地などの危険な場所やカメラマ

ンが撮影できない位置から映像を自動的に撮影できる自動撮影カメラ(ロボットカメラ)の要望が高まっている。放送用としてもいくつか検討され、実用化された例がある^{1)~4)}。しかし、これらのロボットカメラは被写体を画面の中央でとらえ続けるなど、必ずしもヒューマンファクタを考慮した映像を再現したのではなく、限られた用途での使用にとどまっていた。こうした背景の中で、放送カメラマンの撮影手法を明らかにしノウハウを取り入れることができれば、ロボッ

キーワード: 放送カメラマン, カメラワーク, 視線の動き, 注視点, パンニング速度

1995年7月28日, テレビジョン学会年次大会講演予稿集, 10-8 に発表

1996年5月29日受付, 1996年10月7日最終受付

[†] NHK 放送技術研究所 (〒157 東京都世田谷区砧1-10-11, TEL 03-5494-2334)

^{††} 東京工芸大学 (〒243-02 県厚木市飯山1583, TEL 0462-42-9506)

[†] NHK Science and Technical Research Laboratories (1-10-11, Kinuta, Setagaya-ku, Tokyo 157, Japan)

^{††} Tokyo Institute of Polytechnics (1583, Iiyama, Atsugi-shi, Kanagawa 243-02, JAPAN)

トカメラの撮影映像を高品位化することが可能となり、応用用途を広げていくことができると考え、研究を進めている。

被写体の動きが少なく、カメラワークがあらかじめ台本によって定まっているスタジオ番組に関しては、すでに実験を行い、撮影手法の基礎データを得ている⁵⁾。しかし、被写体の動きが大きく、予測できない場合の撮影手法に関しては、データが得られていない。それゆえ、今回、サッカー中継を題材にして、被写体を追尾しながら撮影を行うカメラマンが、予測しにくい被写体の動きに対して、視覚刺激を受けてからカメラを操作するまでの動作特性を、視線検出とカメラワークの測定から分析した。その結果、カメラマンの状況把握の範囲や速度、画面内での被写体の位置や被写体の動きに対するカメラの応答速度などに関して、ロボットカメラに有効と考えられる基礎データが得られたので報告する。

2. カメラマンの撮影手法の分析実験

サッカー中継(Jリーグ)5試合で実験を行い、計測には、カメラワーク分析システム⁶⁾を使用した。測定したカメラマンは3名(表1)、で、カメラ位置は2カ所で測定を行った。サッカー中継では、カメラは台本によってではなくアドリブで操作されるが、完全に自由なわけではなく、大まかにそのカメラ位置によって役割が決まっている⁷⁾。今回、カメラが動いている選手やボールをどのようにとらえて撮影しているかを明らかにするため、被写体を追尾しての撮影が要求される3カメラと1カメラ(図1)で実験を行った。一般に、カメラワークは被写体の大きさと画角の大きさに依存すると予想される。そこで、画面内の被写体の大きさが図2に示す2種類のサイズ((a)身長1m75cm前後の選手の背丈が画面の垂直画角の25%~40%程度に相当するサンプルと、(b)身長1m75cm前後の選手の背丈の50~75%程度が画面の垂直画角に相当するサンプル)の時のカメラワークについて検証を行った。

また、高精細度、ワイド画面であるハイビジョン(HDTV)と現行方式(NTSC)の撮影手法の違いについてもデータを得るため、両方式の中継について実験を試みた。

3. カメラマンの撮影時の動作

カメラマンTの視線の動きとカメラワークの例を時系列で図3に示す。このシーンは、ボールをドリブルしながら走っている選手を、図2(a)の被写体サイズで追尾して撮影している時のショットである。カメ

表1 カメラマン
Cameraman.

Cameraman	Experience	Camera position
Ft	10 years	1, 3
T	6 years	1, 3
In	10 years	3

図1 カメラポジション
Camera position.

(a) 5~10 players

(b) 1 player

図2 被写体のサイズ
Size of subjects.

ラマンTはビューファインダを見続けたままカメラを操作しており(図中△)、その間に自分のカメラが選択されたことを示すタリー(ON AIR になっていることを示すランプ)が点灯し、ON AIR となっている。ON AIR 中は、ビューファインダ内のボールと選手の動きに注視しながら視線を動かして状況を確認して

いる。タリーが消えると、1秒程度のうちに視線をビューファインダの外に大きく動かし(図中○)、肉眼でフィールドの選手の状況を把握している。そして、再び視線をビューファインダ内に戻し撮影を続け、次のタリーの点灯に備えている。次に、同様の条件で選手を追尾して撮影している時のカメラマン Ft の視線の動きとカメラワークの例を図4に示す。カメラマン Ft はビューファインダを見続けたままカメラを操作していたが(図中△)、ボールが他の選手にパスされ進行方向が急が変わったため、視線をビューファインダの外に大きく動かして周囲の選手の位置を肉眼で確認している(図中●)。その後、再び視線をビューファインダ内にもどして撮影を続け、タリーが点灯して ON AIR になっている。ON AIR 中は、カメラマン T と同様、ビューファインダ内のボールと選手に動き注視しながら視線を動かし、タリーが消えると、視線をビューファインダの外に大きく動かし、肉眼でフィールドの選手の状況を把握している(図中○)。

以前に実験を行ったスタジオ番組「おかあさんといっしょ」では、カメラマンは、最初にビューファインダ越しに被写体の位置を確認してからビューファイン

図3 視線の動きとカメラワーク (カメラマン T)
Work and eye movement of cameraman T.

ダ内に視線をもどし、画角を決め、タリーが点灯してからパンニングに入っていた。台本によってカット割が決まっているため、いつ自分のカメラが選択されるかがわかっており、タリー点灯前に肉眼で被写体の状況を確認する時間があると考えられる。サッカー中継ではアドリブ性が高く、いつ自分のカメラが選択されるか把握できないため、常に ON AIR に備えて撮影を続けており、タリー消灯直後の瞬間に肉眼でフィールド広域の状況把握を行うようにしている。これは、タリー消灯後、すぐには再度、自分のカメラが選択されることが少ないということをカメラマンが認識しており、その時間を上手く利用していると考えられる。この結果は、ロボットカメラでの被写体の認識や決定のタイミングを決める上で有効なデータである。また、スタジオ番組でのカメラワークでは、速く加速してゆっくり減速する非対称型の三角波制御に近い特性で1つ1つのカットを構成する特徴がみられたが、サ

図4 視線の動きとカメラワーク (カメラマン Ft)
Work and eye movement of cameraman Ft.

サッカー中継での条件では、急激な加減速(図4中□)や等速運動(図4中▼)などが見られ、規則性が見られなかった。

4. ON AIR に入る前の視線の動きの分析

得られたデータをもとに、カメラマンがカメラワークに入る前にどのような状況把握を行っているかを検証するため、ON AIR に入る7秒前から直前までの視線の分析を行った。7秒前に設定したのは、データを検証した結果、各カメラマンの状況把握のための一連の動作が、各カメラワークについて7秒間の内に完結していたからである。分析は、被写体サイズが図2(a)の場合と図2(b)の場合についてあわせて行った。図5に、カメラマンの注視点の広がりや注視位置の標準偏差の大きさで示す。水平方向を x 、垂直方向を y としている。図中、カメラマンの分類で末尾に(H)が付いているものはHDTVによる中継の場合、付いていないものはNTSCによる中継の場合の実験例を示す。HDTV、NTSCの比較は6章に後述する。各カメラマンがカメラをかまえ、カメラ越しに撮影対象の中央を見ている位置を較正して 0° とした。図より注視点は、水平方向にほぼ $\pm 5^\circ$ 、垂直方向に $-20^\circ \sim 5^\circ$ の範囲に分布している。カメラマンからのヒヤリングにより、ボールが高く上がってビューファインダの外に出てしまった場合、ディレクタからの指示で特別なショットをねらう場合、自分の判断で必要な選手をとらえる場合などの特殊なケースを除いては、基本的にビューファインダを見て撮影をしているというコメントが得られている。ビューファインダはカメラマンの前方 $15 \sim 30$ cm、水平よりやや下方向に位置し、これが注視点の広がりや狭さに対応していると考えられる。この結果は、サッカー中継において画像処理による被写体の探索範囲は、ほぼビューファインダ内(カメラで撮影されている範囲内)で良いことを示している。

図6に、カメラマンの視線速度、注視時間の発生割合を示す。

図5 注視点の広がり
Distribution of gaze movement.

合を示す。50 deg/s 以下の遅い視線速度の発生頻度が90%程度と最も高い。これは、カメラマンがビューファインダを中心に撮影しているため、視線の移動距離が短いことに対応している。しかし、ビューファインダ外での状況把握時には、200 deg/s 以上の速い視線速度成分が発生することが確認できた。注視時間に関しては、50 ms 以下の短い注視点の発生頻度が50%程度と高い。以前に実験を行ったスタジオでの結果における50 ms 以下の発生頻度と似た傾向を示している。しかし、表2に示すように、最大視線速度と注視時間の平均値、合計値を求めた結果(NTSC)と比較すると、サッカー中継のカメラマンの方がスタジオ番組のカメラマンより少し注視時間が短く、できるかぎり短時間に視覚情報をとらえ、撮影している傾向があることがわかる。

図6 視線速度と注視時間の分布
Occurrence of gazing velocity and gazing time.

表2 最大視線速度と注視時間 (NTSC)
Maximum gazing velocity and gazing time (NTSC).

Cameraman	Maximum velocity (deg/s)	Average of gazing time (ms)	Total of gazing time (s)
In (sports)	250	49.0	1.40
T (sports)	600	45.0	0.79
M (studio)	470	65.2	1.99
F (studio)	280	70.8	3.15

図 7 画面内での被写体の正規化位置（被写体のサイズは図 2(a), NTSC)
Normalized position of subjects on image.
(Subject's size of Fig. 2 (a), NTSC)

図 8 画面内での被写体の正規化位置（被写体のサイズは図 2(b), NTSC)
Normalized position of subjects on image.
(Subject's size of Fig. 2 (b), NTSC)

表 3 正規化位置の平均値と標準偏差
(被写体のサイズは図 2(a), NTSC)

Average and standard deviation of normalized position.
(Subject's size of Fig. 2 (a), NTSC)

Cameraman	Average		Standard deviation	
	Horizontal	Vertical	Horizontal	Vertical
Ft	0.31	0.49	0.12	0.059
T	0.39	0.50	0.12	0.064

5. 画面内での被写体位置とカメラワークの分析

図 2(a)の被写体サイズの時の画面内での被写体の位置を 5 フレームごとにプロットした結果を図 7 に示す。ボールを持っている選手の身体を中心線上で、高さ方向の中点を被写体の位置とし、カメラマン Ft については 8 シーン、127 サンプル、カメラマン T については 11 シーン、143 サンプルをプロットした。縦軸は、画面の高さで正規化した位置を示し、横軸は、画面の幅で正規化した選手の位置を示す(正規化位置と定義する)。上方向および選手の進行方向を正とした。図より、画面内の被写体は縦方向に 0.26～

0.60 程度、横方向に 0.10～0.70 程度の範囲に値が分布している。平均値と標準偏差を計算した結果を表 3 に示す。カメラマン Ft、カメラマン T とも、縦方向にはほぼ中央に被写体をとらえ続けているのに対し、横方向には被写体の進行方向のスペースを広くとりながら撮影をしていることがわかる。カメラマンからのインタビューから、前あきの撮影を心がけているというコメントも得られており、これは見やすい映像を創造しようとするカメラマンのひとつのテクニックであると考えられ、ロボットカメラにはぜひ組み込みたい特性である。進行方向の被写体の位置にばらつきがあるのは、選手の動きが速く、完全に予測してカメラを操作することが難しいことが原因のひとつと考えられる。同様に、図 2(b)の被写体サイズの時の画面内での被写体の位置を 5 フレームごとにプロットした結果を図 8 に、平均値と標準偏差を計算した結果を表 4 に示す。選手の頭の中心を被写体の位置とし、カメラマン Ft については 5 シーン、143 サンプル、カメラマン T については 2 シーン、46 サンプルをプロットした。図より画面内の被写体は縦方向に 0.30～0.75 程度、横方向に 0.25～0.80 程度の範囲に値が分布して

表 4 正規化位置の平均値と標準偏差
(被写体のサイズは図 2(b), NTSC)

Average and standard deviation of normalized position.
(Subject's size of Fig. 2 (b), NTSC)

Cameraman	Average		Standard deviation	
	Horizontal	Vertical	Horizontal	Vertical
Ft	0.49	0.61	0.10	0.049
T	0.48	0.56	0.09	0.010

いることがわかる。カメラマン Ft, カメラマン T は、縦方向に 0.61, 0.56 と、中央やや上側に被写体をとらえ、横方向には 0.49, 0.48 と、被写体の進行方向にわずかながらスペースを広くとって撮影をしていることがわかる。縦方向で若干、上側に被写体が位置しているのは、被写体の頭の中心位置を被写体の位置と仮定していることが原因と思われる。この例では、被写体の進行方向前あきの量が図 7 と比較して減少している。最適な前あきの量は、画面内での被写体のサイズか、被写体の速度、またはその両方と密接な関係があると推測される。これらのことは、人間によるカメラ操作の特徴と推測され、この点については、様々なサイズでの実験結果を収集するとともに、別に単純な画像を用いて基礎実験を行うことによって、さらに詳しく分析していく予定である。

図 9 に、被写体である選手の進行方向が変化した時のカメラマン In のカメラワークの例を示す。選手が急に走る方向を 180° 変更し、再度方向転換して同じ方向に走るというフェイントに対して、カメラマン In は瞬時に状況を判断し、カメラのパンニング方向を修正して追尾を続けている。被写体の進行方向の変化に対するカメラマン In の応答時間は 230 ms 程度と非常に速い。画面内での被写体の位置は、画面の幅で正規化した値で 0.38 程度の幅でばらついている。図 10 に同様の条件でのカメラマン T のカメラワークの一例を示す。カメラマン T の応答時間は 370 ms 程度、画面内での被写体の位置は 0.26 程度の幅のばらつきであった。実際の ON AIR 中には、画面内での被写体の位置のばらつきが 0.25 を越えるようなケースは数例に留まり、多くは確認できなかった。今回の実験条件では、ベテランのスポーツ中継カメラマンの場合、平均して約 300 ms 程度の短い時間の間に被写体の状況変化に反応しており、しかも画面内での被写体の位置が、正規化した値でほぼ 0.25 以下の幅のばらつきに抑えて撮影していることが確認できた。今後、反応時間や画面内での被写体の位置のばらつきを

図 9 カメラワーク (カメラマン In, HDTV)
Camera work of cameraman In (HDTV) .

図 10 カメラワーク (カメラマン T, NTSC)
Camera work of cameraman T (NTSC) .

(a) While on air

(b) While searching

図 11 加速度の分布
Distribution of acceleration.

パラメータとした基礎実験を行い、主観的印象がどう変化するかなど、さらに詳しく検証していく。

カメラのパンニング角度は、NTSC, HDTV とも

図 12 パンニング角度と最大加減速度
Panning angle and maximum acceleration.

フィールドの端から端までで 110° 程度であるが、カメラワークの最大速度は、ON AIR 中で 60 deg/s 程度、それ以外でカメラマンが被写体の状況把握を行っている時でも 100 deg/s を越えることはない。図 11 に ON AIR 中とそれ以外でカメラマンが被写体の状況把握を行っている時にカメラに発生する加速度の分布を示す。 50 deg/s^2 程度の加速度の発生頻度が最も高い。最大発生加速度は、ON AIR 中でも 200 deg/s^2 程度であり、さらにそれ以外でカメラマンが状況把握を行っている時には、 300 deg/s^2 を越える加速度がカメラに発生していることがわかった。また、図 12 に ON AIR 中のパンニング角度と、その時にカメラに発生する最大加速度の関係を求めてみた結果を示す。最大加速度は、広範囲に分散しており、パンニング角度には依存していないことがわかる。各シーンごとの性質に依存していると考えられるが、これらのことはスタジオ番組での実験結果にも見られた。パンニング角度に関係なく瞬時で $100 \sim 200 \text{ deg/s}^2$ 程度の加速度を発生しながら動作するカメラの動き方は、人間によるカメラ操作の特徴と推測することもでき、ロボットカメラでの迫力のある映像再現に活かすことができると考えられる。

6. 放送方式による撮影動作の比較

放送方式の違いによる撮影手法に関して比較、検証を試みた。HDTV 中継では、

- (1) カメラマンの注視点の広がり、水平方向にほぼ $\pm 5^\circ$ 、垂直方向に $-20^\circ \sim 5^\circ$ の範囲に

分布している (図 5)。

- (2) 視線速度の分布は、 50 deg/s 以下の遅い視線速度の発生頻度が 90% 程度と最も高い (図 6)。

- (3) 200 deg/s 以上の速い視線速度成分が存在する。などのことが確認できるが、これらの特性は NTSC と比較して特に大きな差が見られない。注視時間に関しては、図 6 に示すようにカメラマンによって HDTV の方が 5% 程度、短くなる傾向があることが確認された。HDTV は解像度が高く、その性能を十分に生かすためにフォーカスを高精度に調整することが要求される。このため、カメラマンは頻繁にビューファインダ内の被写体に視線を動かし、フォーカスを確認している。このことが、カメラマンの注視時間の短さに影響していると思われる。

カメラワークに関しては、現在の HDTV でのサッカー中継が、同時に NTSC に方式変換して放送されているため、カメラマンが現行方式での画角を主体に考えて撮影しており、差を確認することができなかった。HDTV に関しては、今後、普及に伴い、HDTV ならではの番組創り、撮影手法が確立されていくことが予想され、さらに追跡調査を進めていく。

7. む す び

放送カメラマンの撮影動作を明らかにするため、被写体の数が多く、配置が分散しており、しかも予測のしにくい動きをするサッカー中継を題材にして、被写体のサイズが 2 種類 (身長 $1 \text{ m } 75 \text{ cm}$ 前後の選手の背丈が画面の垂直画角の $25 \sim 40\%$ 程度に相当するサンプルと身長 $1 \text{ m } 75 \text{ cm}$ 前後の選手の背丈の $50 \sim 75\%$ 程度が画面の垂直画角に相当するサンプル) の条件で、被写体を追尾しながら撮影している時の特性について分析を試みた。

カメラマンはタリーが点灯して ON AIR になる前からビューファインダに注目しており、ON AIR に入ってから被写体の状況把握、フォーカス調整のため、ビューファインダ内の被写体の位置、前方の空きスペースに気をつけて、短い注視を繰り返して撮影を行っている。スタジオ番組では 70 ms 程度の注視を繰り返していたが、サッカー中継では 50 ms 程度とより短く、選手の速い動きにあわせてできるかぎり短時間に視覚情報をとらえようとする様子が伺えた。予測しにくい被写体の自動追尾撮影をロボットカメラに行わせる場合、画像処理による被写体の探索は、より短い時間内に完結する必要があることがわかった。

また、あらかじめ台本によってカメラワークが決められているスタジオ番組では、カメラマンが経験的に

増ったプログラムに従ってカメラを操作している傾向が見られた。これに対してサッカー中継では、時々刻々変化する選手の動きを基に、より見やすい画像を撮影するため、カメラマンは被写体を進行方向前あきでとらえて撮影することが示され、その量は被写体のサイズや被写体の速度と関係がある可能性が高いということもわかった。それに加え、スポーツ中継の特質とも考えられる、被写体の動きの方向が急速に変化した場合には 300 ms 程度の短い時間の内に状況に対応し、最適な補正を加えていることが確認できた。被写体の動きが変化した場合、高レスポンスのフィードバック制御を行って正しく追従させると、再現される画像は振動的になり、非常に見づらくなると思われる。本実験によって測定されたカメラワークでは、画面内での被写体の位置が正規化した値でほぼ 0.25 以下の幅のばらつきに抑えて撮影しているデータが得られたが、これはカメラマンの経験による操作法で、より見やすい画像を実現しようとした結果と考えられる。画面内での被写体の位置や被写体の動きに対するカメラの応答速度などの基礎データは、ロボットカメラの性能を検討していく上で有効に活用することができると考えている。今後、このようなカットについて、さらに多くのデータを収集し、その特性を明らかにしていくことが重要と思われる。

カメラの制御速度は、スタジオ番組では 60° 以下のパンニング範囲で最大でも 20 deg/s 前後の値であったのに対して、サッカー中継では、今回の実験条件では状況把握時を含めて最高で 100 deg/s に達した。加速度に関しては、ON AIR 中ではスタジオ番組と同様に瞬時に最大 200 deg/s^2 程度であったが、状況把握時には広範なサッカーフィールド内で素早く、次のカメラアングルにもっていくために 300 deg/s^2 程度の大きな値を示した。これらのことは、人間によるカメラ操作の特徴と推測され、迫力のある映像を再現でき、かつ番組全体を通して使用できるロボットカメラの制御性能を決定する上で有効なデータとなる。

今後は、様々な被写体サイズで最適な前あき量を明らかにする補完実験や、得られたデータを基にロボットカメラ制御実験装置を試作しての駆動実験、再現される映像の主観評価等を行い、迫力のある映像を自動的に撮影できるロボットカメラへと発展させていく予定である。また、HDTV ならではの番組制作手法についてもさらに追跡調査を行っていく。

最後に、本研究を進めるにあたり、終始ご指導頂いた当所 西澤次所長、大島英男次長、記録・機構研究部 沼澤潤二部長、ヒューマンサイエンス研究部 熊

田純二部長、研究企画室 三宅誠室長（前ヒューマンサイエンス研究部部長）、実験にご協力頂いた NHK テクニカルサービス 吉武敏文部長、遠藤俊行制作主管、実験装置の装着に快く応じて頂いたカメラマンはじめ関係各位に深く感謝いたします。

【参 考 文 献】

- 1) 山中：“インテリジェンスロボットカメラの開発”，1993 NHK 全国技術報告会予稿集，pp. 55-56 (1993)
- 2) 三塚，山村，山中：“インテリジェンスロボットカメラの開発”，テレビ学技報，51, 17, pp. 33-37 (Sep. 1994)
- 3) Yamanaka N., Yamamura Y., Mitsuzuka K.: “An intelligent robotic camera system”, SMPTE Journal, pp. 23-25 (1995)
- 4) 石井：“動物自動追尾撮影システム”，エレクトロニクスライフ，732, pp. 166-169 (Aug. 1993)
- 5) 加藤，山田，阿部：“スタジオ番組における放送カメラマンのカメラワークと視線の動きの分析”，テレビ誌，49, 8, pp. 1023-1031 (1995)
- 6) 加藤，山田，阿部：“カメラワークとカメラマン視線の分析装置”，1994 年テレビ年次大，pp. 157-158 (1994)
- 7) 藤田：“サッカー中継の実際”，ビデオ α，pp. 47-51 (Feb. 1996)

かとう だいいちろう

加藤 大一郎 1983 年，千葉大学工学部機械工学科卒業。同年，NHK に入局。以来，放送技術研究所，記録・機構研究部にて，放送用 VTR，VDR など記録機構の研究のほか，リモコンカメラ，アンテナ自動追尾装置など，機構制御系の研究に従事。正会員。

やまだ みつほ

山田 光穂 1980 年，名古屋大学大学院前期課程修了。同年，NHK 入局。岡山放送局を経て，1983 年より，放送技術研究所に勤務。1989 年より，(株)ATR 視聴覚機構研究所に転出。1993 年より，NHK 放送技術研究所に復帰。現在，同研究所ヒューマンサイエンス研究部主任研究員。視覚系の情報処理および眼球運動の制御機構の研究に従事。工学博士。正会員。

あべ かずお

阿部 一雄 1971 年，中央大学理学工学部精密機械工学科卒業。同年，NHK に入局。1976 年より，同放送技術研究所に勤務。現在，同所記録・機構研究部副部長。放送用 VTR 機構系の研究，およびアンビアンテナ自動追尾装置，リモコンカメラなど放送用機器の機構制御の研究に従事。正会員。

いしかわ あきお

石川 秋男 1981 年，東京都立蔵前工業高等学校機械科卒業。同年，NHK 入局。以来，放送技術研究所，記録・機構研究部において，レーザテレビ用光偏向器の開発や 33 型 PDP の開発，放送用 VTR の記録機構の研究，放送機器機構系の研究などに従事。正会員。

おば まさよし

尾幡 昌芳 現在，東京工芸大学大学院工学研究科に在学中。1994 年より，NHK 放送技術研究所において，実習生として放送カメラマンの撮影手法の分析の研究に従事。学生会員。