

## 共有体験を通じたメタ認知に対する複数視点映像の効果

角 康 之<sup>†1</sup> 諏 訪 正 樹<sup>†2</sup> 花 植 康 一<sup>†3</sup>  
西 田 豊 明<sup>†1</sup> 片 桐 恭 弘<sup>†4</sup> 間 瀬 健 二<sup>†5</sup>

筆者らはこれまでに、複数視点で同一シーンを記録し、人の体験データを記録・解釈するシステムを提案してきた。本稿では、体験の記憶や追体験に対して、本システムがどのような効果があるのかを議論する。具体的には、自分の体験を語り、自分の認知を理解する「メタ認知」実験を題材にして、複数視点映像が追体験に与える効果を評価する。本稿では、大量の複数視点映像から個別の体験者に関する視点映像だけを自動的に切り出し、閲覧を可能にするツールをユーザに提供し、メタ認知記述を課した。その結果、体験直後のメタ認知記述作業には映像閲覧によるメタ認知記述の有意な増加が観察され、また、体験から半年経過した後のメタ認知記述作業においては他人の視点の映像が体験状況を理解するのに役立つことが確認された。

### Effects of Multiple Viewpoint Videos for Metacognition of Experiences

YASUYUKI SUMI,<sup>†1</sup> MASAKI SUWA,<sup>†2</sup> KOICHI HANAUE,<sup>†3</sup>  
TOYOAKI NISHIDA,<sup>†1</sup> YASUHIRO KATAGIRI<sup>†4</sup>  
and KENJI MASE<sup>†5</sup>

In this paper, we discuss effects of our experience capture system as a supporting tool for re-experiencing. Our system captures users' experiences by wearable sensors (camera, microphone, infrared ID tracker) as well as ubiquitous sensors (same as above); and to capture events from multiple viewpoints simultaneously. This paper shows experimental results how the system, e.g., automatically extracted multiple viewpoint videos, facilitates users' metacognition (describing their cognition by themselves) about their experiences. We provided the users with an easy-to-use browser for multiple viewpoint videos which automatically extracted for individual users. This paper shows that metacognitive description significantly increase by browsing the captured videos; and the second and third person's view videos are effective for the users to think back to the experience situation.

### 1. はじめに

デジタルカメラやビデオカメラの普及にともない、日常生活やイベントを気軽に記録し、自らの体験を発信することが容易になってきた。体験の記録とその利用に関する興味は、ユビキタス/ウェアラブル・コンピュータ、ヒューマンインタフェース、メディア処理に関する研究分野でも急速に高まっている<sup>1)</sup>。映像や音声を豊富に記録し、シーンの切り出しや検索を可能にしてくれるような技術が近い将来に日常的な道具として利用できるようになると、我々の体験・追体験・記憶といった営みは、大きく変化する可能性がある。

筆者らのグループは、これまでに、体験記録とその利用のためのシステムを研究開発してきた<sup>2),3)</sup>。筆者らのシステムの特徴は、環境設置型センサと装着型センサを併用することにより、同一シーンを複数視点でとらえ、人と人、人と環境の間のインタラクションを自動的に解釈することである。いくつかのアプリケーションの開発を経て、単に技術的可能性の探求だけでなく、新しい技術が我々の体験や記憶をどのように変えうるのか、それが人の意識における価値創造にどう貢献するのか、そして、そのときの新しい社会システムはどうあるべきかも含めて議論すべき時期であると感じている。そこで本稿では、体験の記録・解釈システムが、自分の体験を振り返ったり、記憶を防ぐといった「生活における価値創造行為」につながる可能性を秘めていることを主張し、議論したい。

諏訪は、人の意識における価値創造の方法論として、メタ認知的言語化という手法を提唱している。メタ認知とは、一般に自分の認知を認知することであり、古くから心理学で学習の方法論として注目されてきた。しかし、従来型のメタ認知は、自分の思考を思考することだけを指すものがほとんどである(たとえば、文献4))。80年代後半より隆盛してきた Situated cognition 理論<sup>5)</sup>によれば、認知は環境に埋め込まれている。つまり、頭の中で生起する思考だけでなく、自分と環境の相互作用(環境に働きかける身体動作、および、環境

<sup>†1</sup> 京都大学大学院情報科学研究科  
Graduate School of Informatics, Kyoto University

<sup>†2</sup> 中京大学  
Chukyo University

<sup>†3</sup> 名古屋大学大学院情報科学研究科  
Graduate School of Information Science, Nagoya University

<sup>†4</sup> 公立はこだて未来大学  
Future University - Hakodate

<sup>†5</sup> 名古屋大学情報連携基盤センター  
Information Technology Center, Nagoya University

からの知覚)も含めて「認知」なのである。この考え方によれば、メタ認知とは、単に思考の思考にとどまらず、自分と環境の間に成り立つ相互作用を体感して、それをできるだけ言葉にするという行為を指すべきである<sup>6)</sup>。従来型のメタ認知に比べ特に注目すべきは、自分と環境の関係に関して(たとえば環境からの知覚や自分の身体行為)を意識的に言葉にすることを本質と定義する点である<sup>7)</sup>。諏訪らは、これまで、身体知の獲得(たとえばボウリング<sup>8)</sup>、スノーボーディング<sup>9)</sup>、歌唱<sup>10)</sup>)のツールとして、また、芸術やデザイン教育における感性を磨くための方法論<sup>11)</sup>として、メタ認知的言語化が有効であることを検証してきた。

これまでの試みでは、メタ認知的言語化のための道具は、基本的に、紙と鉛筆、もしくはコンピュータのテキスト入力ソフトウェアのみであった。本稿の目的は、筆者らの体験記録システムを新たに道具として導入することで、映像による追体験環境を提供し、複数視点の映像がメタ認知行為をどう誘発するかを議論することにある。

今回、映像閲覧による追体験を容易にするために、自動的にシーンの切り出しを行い、シーンごとに複数視点の映像を同期しながら閲覧することができる映像ビューワを作成した。本稿では、今回試作した映像ビューワを含めた筆者らの体験キャプチャシステムが、自らの体験・認知に対するメタ認知記述行為を支援しうるかを議論する。特に、メタ認知記述の容量や量に対して、複数視点の映像がどのような影響を与えるのかを中心に見ていく。

## 2. 関連研究：体験の記録と利用

個人の体験を網羅的に記録するという試み自体は決して新しいものではない。過去にも、ウェアラブル・コンピュータやデジタルカメラを用いて一人称視点の映像や画像を記録し続け、画像・音声のパターン認識や位置・時間などの状況情報によって自動的にインデクスを付加し、自らの体験データへのアクセスを容易にする試みがなされてきた(たとえば、Mannによる試み<sup>12)</sup>、AizawaらによるLifeLog<sup>13)</sup>、GemmellらによるMyLifeBits<sup>14)</sup>など)。

これらの多くの試みは、一人称視点の映像しか用いていないのに対して、筆者らの体験記録システムは複数視点の映像を記録する。そして、体験を共有する複数の参加者のインタラクションを、体験データのインデクスとして利用する点に特徴がある。本稿の目的は、体験を再利用する際に、そういった複数視点映像や、インタラクションに基づいたインデクスが有用かどうかを見極めることである。

本稿で対象とするのは、単に体験映像を記録し、その閲覧を支援することだけではない。筆者らは、「メタ認知」作業として、自分の体験や感じ方について言語化する作業に注目する。美崎ら<sup>15)</sup>は、自らが撮りためたデジタル写真や大量の画像データを、生活空間の中で

受動閲覧し、過去の体験や感情の甦りを「過去日記」という形で言語化している。筆者らと美崎らは問題意識を共有しており、本稿は、体験データ利用に関する共通課題への一試みである。

## 3. 複数視点による体験記録

筆者らは、体験を記録する試みの第1歩として、環境センサと装着型センサを併用した体験記録システムを開発してきた<sup>2)</sup>。図1は、筆者らのグループの研究発表会のポスター発表会場を利用して体験記録システムの実証実験を行った様子である。

筆者らの体験記録システムの特徴は、環境センサと装着型センサの併用である。図1の例では、各展示ブースの天井にカメラとマイクを設置する一方、体験者の一人称視点の映像を記録するために、デモ説明者と希望する来訪者には記録システムを身に付けてもらった。

もう1つの特徴は、各カメラの映像に何が写っているのかを実時間で認識するために、赤外線を使ったIDシステムを開発したことである。個別のIDを発信する赤外線IDタグを会場内の展示物やポスターに貼り付け、会場にいる人にも身に付けてもらった。そして、そのIDを認識するビジョンセンサ(以下、IRトラッカ)をカメラと組み合わせることで、すべてのカメラ映像に実時間で「写っている対象物(人)」のインデクスを付与することが可能になった。

IRトラッカによるID検出のデータと、マイク入力による発話検出を基本データとして、人と人、人と環境のインタラクションを容易に検出できるようになる。たとえば、何か特定の対象物(IDタグが貼り付けられた展示物やポスター)を見つめていた、とか、誰に向かって発話した、といったイベントを検出することができる。また、インタラクションのイベントを時空間的にグループ化することで、より抽象度の高いシーンの解釈が可能となる<sup>16)</sup>。たとえば、誰がいつどこにいたのか、そのとき誰と一緒にいたのか、誰と誰が会話したり、共通の対象物を一緒に見ていたか、といったようなシーンの切り出しが可能になる。

筆者らはこれまでに、体験データを用いたアプリケーションとして体験ビデオサマリやロボットガイドといったシステムを開発してきた。その一方で、体験データからインタラクションのパターンを分析するためのインタラクション・コーパスの閲覧・分析ツールを開発してきた<sup>17)</sup>。しかしそれはあくまでも、インタラクション・コーパスを研究データとして利用する研究者向けのツールであり、体験データに容易にアクセスするための一般者向けのツールではなかった。今回、一般の被験者を集めて「メタ認知」実験を行うにあたり、メタ認知行為に集中してもらうために、機能を限定して容易に映像閲覧するためのビューワを



図 1 体験記録システム  
Fig. 1 Experience capturing system.

開発した。

#### 4. メタ認知実験

##### 4.1 実験の準備

メタ認知的言語化を被験者に行わせる課題として、「複数の写真集から“最も繊細だと思ふ”写真を1枚選び出し、なぜその写真が繊細だと感じるのかを、そのプロセスを振り返りながらメタ認知的に言葉にする」という作業を選んだ。写真集を閲覧する際には、被験者同士で自由におしゃべりしてもらうことにした。これがどういう意味で「価値創造」的な課題なのかをまず説明する。「繊細」とはどのような概念であるかは個人個人で異なる。しかし、1人1人の意識の中でも、最初から繊細さの定義が確固として存立しているわけではない。被験者1人1人が、写真集でさまざまな写真に触れながら、複数の他人と会話しながら、「自分にとっての繊細さ」を次第に形作っていく。その結果として繊細な写真が1枚選定される。筆者らが注目するのはその結果ではなく、繊細さの定義が形成されるメタ認知プロセスである。メタ認知的言語化の理論は、このような体験を積んだ被験者はその後、他の写真や芸術作品を鑑賞する際や、普段の生活のなにげないシーンの中で、世界に対する見方が変わると説く。何気ない課題ではあるが、この課題は、まさに意識における価値創造の好例である。

今回の実験では、体験データとして確実に記録・切り出しが行いたかったのは、写真集を閲覧している行為と、閲覧しながら他の被験者とおしゃべりをしたりメモをとったりする行為である。そのために、以下の3つの視点の映像を記録することとした。

- 一人称視点映像 被験者本人の視点映像。閲覧中の写真集、おしゃべりの相手の表情、メモをとる手元をとらえることになる。
- 二人称視点映像 会話の相手の視点映像。話し相手である自分の表情や、話し相手の写真集に対する視点をとらえる。
- 三人称視点映像 写真集を置いた机からの視点映像。写真集を閲覧したりおしゃべりしている自分たちを客観的にとらえた映像になる。

このことを実現するために、被験者全員にセンサのヘッドセットを身に着けてもらい、写真集1冊ごとに環境センサセットを設置した。図2は、今回のメタ認知実験のときの様子である。写真集を閲覧している行為を確実にインデクスするための工夫として、被験者には写真集を机の上に置きながら閲覧してもらうようお願いし、写真集の両脇にIDタグを貼り付けた。

写真閲覧行為（元の体験）を記録した後、被験者にはメタ認知記述行為（自分の感じたことをノートに記述する行為）を課した。今回は、そのメタ認知記述支援に特化した映像ビューワを準備した。図3に映像ビューワの画面例を示す。画面は、同一シーンをとらえ



図 3 メタ認知実験用の映像ビューワ

Fig.3 Example display of multiple video viewer for metacognition experiment.

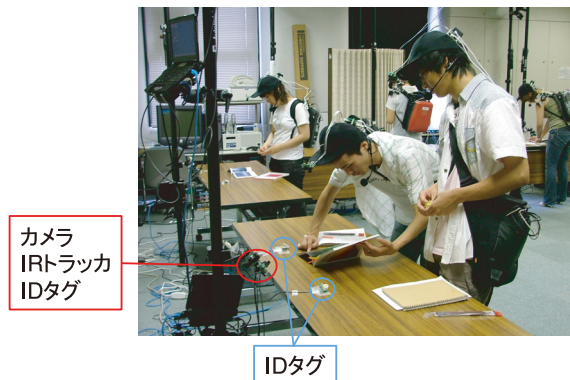


図 2 メタ認知実験の様子

Fig.2 Snapshot of metacognition experiment.

た最大4つのビデオ映像で構成され、それらの映像は同期して再生される。クリックするだけで、どれか1つを拡大表示することもできる。特別な説明なしでも誰でも簡単に使えるように(メタ認知記述行為に集中できるように)、操作ボタンとしては、再生開始、再生終了、一時停止だけを用意した。また、任意の時刻を閲覧できるようにタイムスライダを用意した。

本映像ビューワの第1の特徴は、同一シーンをとらえた複数視点映像を同期しながら閲覧できることである。図3(1)にあるように、画面には最大4つの映像が同時表示される。左上にはつねに、一人称視点映像(自分の視点の映像)が表示され続ける。右上は、三人称視点映像(自分とおしゃべりしている相手をとらえた映像)が表示される。下段には、最大2つまで、二人称視点映像、つまり、写真集が置かれた机の前で、一緒に写真を閲覧したり、おしゃべりをしている相手の視点映像が表示される。

本映像ビューワのもう1つの特徴は、シーンの特定・切り出しを自動化し、そのシーンをとらえた複数視点映像を自動的に選択することである。以下、図4を例に、説明する。

- 一人称視点映像、つまり本人が装着したカメラの映像は、何も処理せずに表示し続ける。
- IRトラッカがとらえたIDタグ情報から複数オブジェクト間のインタラクションの種

ユーザA用のビューワに採用される映像

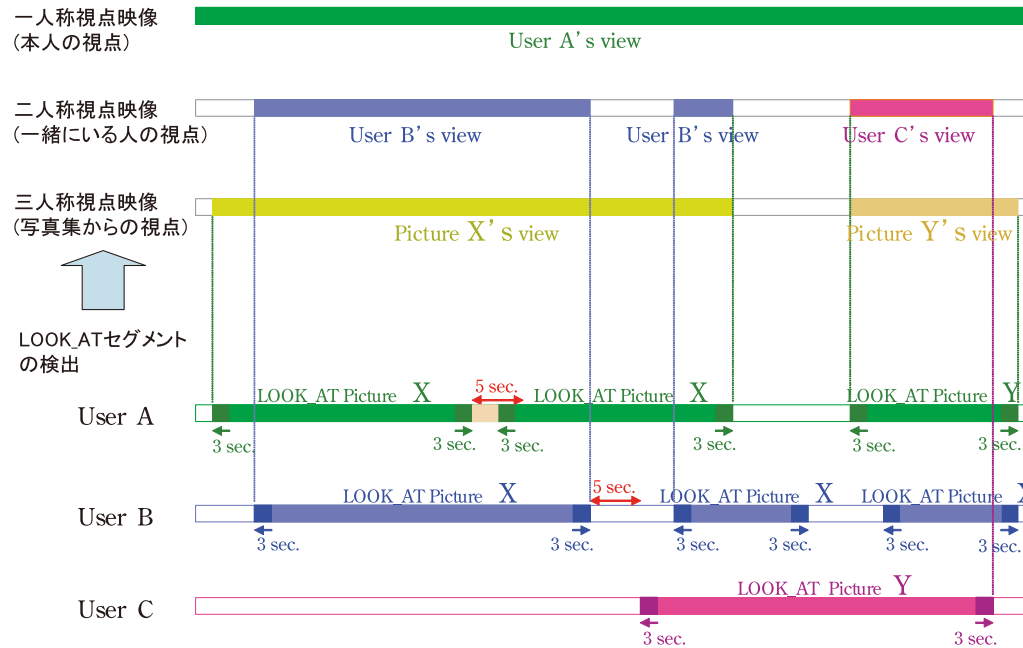


図 4 複数視点映像の自動切り出しの例

Fig. 4 Example of automatic extraction of multiple viewpoint videos.

類を推定する手法<sup>16)</sup>を用い、各被験者が装着したカメラがそれぞれ何をとらえているか (LOOK\_AT) 検出する。

- 検出された各 LOOK\_AT セグメントの両端について、ID タグ検出落ちの可能性を吸収するために、3秒ずつ伸張する。
- 複数の同種類セグメント間の隔たりが5秒以内の場合はそれらを接続する。
- 対象となるユーザ (ここではユーザ A) について LOOK\_AT の対象となっている写真集とその時間帯を特定し、その写真集が置かれた机に設置されたカメラ映像を三人称視点映像として選択する。
- ユーザ A がある写真集 (たとえば写真集 X) を LOOK\_AT している同じ時間帯に、同

様に写真集 X を LOOK\_AT しているユーザがほかにいる場合 (例ではユーザ B), そのユーザの視点映像を二人称視点映像として選択する。なお、時間帯は、ユーザ A とユーザ B の LOOK\_AT Picture X のセグメントの論理積である。

#### 4.2 実験内容

筆者らの研究施設において半日利用し、メタ認知実験を実施した。被験者は情報系大学の学部生 11 人である。メタ認知の対象としては、「複数の写真集から“最も繊細だと思う”写真を1枚選び出し、なぜその写真が繊細だと感じるのかを、そのプロセスを振り返りながらメタ認知的に言葉にする」こととした。

写真集は7冊用意し、7m×9.5mの部屋に7脚の机を配置し、それぞれに1冊ずつ写真



集を配置した。各写真集に対応させて、1器ずつ設置型センサセットを配置した。7脚の机はコの字状で外向きに配置し、11人の被験者がその中に入り、自由に歩き回りながら任意の写真集に近寄れるようにした。実験に利用したのは、里山や観光地の風景や、動物をモチーフとした写真集で、いずれも数十ページ程度の冊子である。

被験者には以下の4つの課題を順番に、全員同時に課した。なお、最初の2つの課題時には、すべての被験者には体験記録用の装着型センサセットを身に付けてもらった。

**写真探索** 全被験者が同時に7冊の写真集を自由に見て回り、気になる写真があればその写真が載っているページに付箋を貼る。付箋の色は被験者ごとに異なり、後で同じ写真集を見たときに自分がどの写真に気をとめていたかが分かるようになっている。この課題を約8分間行う。

**会話** 被験者を2人または3人のグループに分け、それぞれのグループが1冊の写真集の前に立ち、写真探索課題の際に各被験者が気になった写真について、なぜその写真が気になったのかについて互いに話し合う。この作業を約10分ずつ、グループと写真集を変えて2回行う。

**映像なしのメタ認知記述** 上記2つの課題時に自分がどのように感じていたか、どのようなことを知覚していたかについて、何も見ずに考え、気づいたことをノートに書きとめる。この作業を約15分間で行う。

**映像ありのメタ認知記述** 映像ビューワを見ながら、自分の知覚やものの見方について考え、気づいたことをノートに書きとめる。この作業を約70分間行う。

メタ認知に関わる本実験は、本来は時間制約を与えずに個々の被験者が納得いくまで行ってもらうことが理想であるが、今回は実験機器や写真集といった資源を複数人で共有する制約から各課題の時間帯を揃える必要があり、また、全体の実験時間を被験者の集中が保たれると思われる2~3時間にとどめたいという意図から、全体のスケジューリングを行った。「映像ありメタ認知記述」課題は、少なくともすべての「写真探索」と「会話」課題時の映像を見て、必要に応じて気になる部分を見返し、さらには、メタ認知記述に時間を要するので、「写真探索」と「会話」課題全体の時間の2倍強の時間を必要とすると考えた。以上のことを総合的に考え、「写真探索」を8分、「会話」10分を2回、「映像ありメタ認知記述」を70分と設定した。「映像なしメタ認知記述」については、これまでの筆者らの経験から、30分弱程度の体験行為についてのメタ認知記述は15分程度で十分であろうという判断から決めた。

「会話」課題は、写真集とグループを替え、2セット行った。グループは、各自の発話機

会を確保するために2人または3人で構成した。1セット目は、各被験者に、語ってみたい、つまり最も気になる写真が含まれている写真集を選んでもらい、同じ写真集を選んだ被験者をグループにした。この時点で4人以上のグループは発生しなかった。グループを組めなかった被験者は、次に語ってみたい写真集を選んでもらい、2人のグループに合流するか、もしくは1人だけでまだグループができていない被験者とグループを構成した。2セット目では、1セット目で語った写真集以外の写真集を各自に選んでもらい、同様にグループ分けをした。この方法で、2セットとも2、3人のグループ分けをすることができ、2セットとも同じ構成員になったグループは存在しなかった。

被験者らには、複数の写真集から自分にとって最も繊細だと思う写真を1枚選び出すことを課題として与え、「会話」課題が終わるまでにその1枚を選び出すことを指示した。しかし、先述したように、筆者らが注目するのはその結果ではなく、各自にとっての“繊細”とは何かを認知・記述していくプロセスである。事実、「写真探索」課題の段階では1人あたり5~10枚程度の写真に対して付箋を付けており、それらがメタ認知記述の対象となる。したがって以降の議論では、それら付箋のついた写真をメタ認知の対象として同等に扱うこととし、最終的に選定された1枚については特に言及しない。

## 5. 映像閲覧のメタ認知に対する影響

ここでは、筆者らの体験記録システムと映像ビューワが、メタ認知にどのような影響を与えたかを見る。そのために、写真閲覧における認知に関するメタ認知記述、つまり、実験中に被験者がノートに書いたメモの内容を分析した。

### 5.1 メタ認知記述の分類

準備として、被験者のノートに書かれたすべてのメモを段落に分け、それぞれの段落を、「話したこと」、「感じたこと」といった認知プロセスに関連する以下の5つのカテゴリに分類した。これらの分類作業は、実験者である筆者らが行った。

自分の発言 写真を見たり会話をしているときに自分が話したことに関する記述

自分の行動 写真を見たり会話をしているときの自分の行動（写真への付箋の貼り付けなど）に関する記述

自分の見方 「…な写真が好き」、「…なものはあまり好きではない」というような、自分のものの見方や好みに関する記述

他者の発言 写真と一緒に見ていた相手が話したことに関する記述

他者との違い 自分と話し相手の間の見方、感じ方の違いに関する記述

表 1 メタ認知記述の分類と記述量

Table 1 Classification and amount of descriptions during metacognition.

被験者 ID		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	合計
映像なし (約 15 分)	自分の発言	0	2	0	1	1	0	3	0	0	0	0	7
	自分の行動	2	1	5	3	4	1	0	0	3	1	0	20
	自分の見方	2	4	2	14	0	10	8	5	3	11	6	65
	他者の発言	0	2	0	1	0	0	1	0	0	0	0	4
	他者との違い	0	2	0	1	3	2	0	1	2	1	2	14
合計		4	11	7	20	8	13	12	6	8	13	8	110
映像あり (約 70 分)	自分の発言	5	5	0	6	5	2	27	1	0	3	10	64
	自分の行動	2	6	2	6	3	10	2	4	8	0	4	47
	自分の見方	8	6	1	23	6	6	12	5	16	7	9	99
	他者の発言	1	2	0	0	4	6	4	0	0	2	1	20
	他者との違い	0	1	0	1	1	4	0	4	0	0	0	11
合計		16	20	3	36	19	28	45	14	24	12	24	241

被験者は 1~3 文程度で段落を構成しながらメタ認知記述する傾向があったので、その段落をこれ以降のメタ認知記述量の分析をする際の単位とする。

簡単なメタ認知記述とそのカテゴリ分類の例を示す。たとえば、

全体というより、割と 1 点を見ていた気がする

や

最近淋しいから希望のあふれている写真が良いと思うのかも

といった記述は「自分の見方」に分類し、

この部屋に入ってきたときから目をつけていた写真集に迷わず行くけど、一番気に

なっていた荒波の写真にすぐには付箋を貼らなかった

という記述は「自分の行動」に分類した。

なお、同一の段落に上記カテゴリの複数の要素が含まれることがあるが、その場合は、それら複数のカテゴリに重複して数え上げることとした。たとえば、

1 人で雲を見ていたときは食べ物に見えていなかったが、「おいしそうじゃない」の

一言が、雲をわた菓子のように見せた

という記述は、「自分の見方」、「他者の発言」、「他者との違い」の 3 つのカテゴリに重複して属するものと見なし、それぞれのカテゴリで 1 記述として数えた。

### 5.2 映像の有無とメタ認知記述の関係

ここでは、メタ認知記述時の映像閲覧の有無と記述内容や量の関係を分析し、考察する。表 1 に、前節で述べた作業に基づいて 11 人の被験者ごとに集計したメタ認知記述の種類と

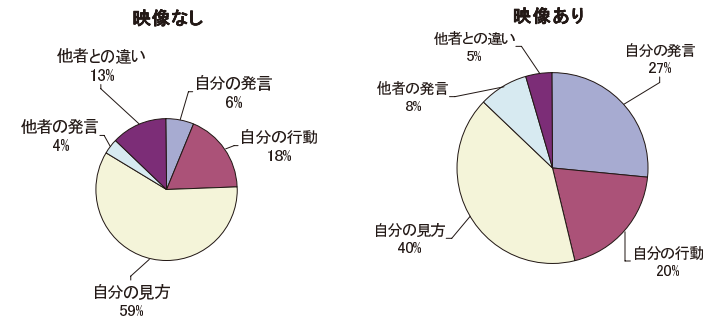


図 5 メタ認知記述に対する映像閲覧の影響

Fig. 5 Effects of video viewing on description task for metacongition.

量を示す。映像閲覧の有無に応じたメタ認知記述を分けて集計した。図 5 は被験者全員の記述量の総量をグラフ化したものである。円の面積は記述量に比例している。

表 1 を見るとメタ認知記述の種類や量は人によって大きく異なることがよく分かるが、多くの場合、映像を見ながらのメタ認知記述の方が記述量が増えていることが確認できる。このことは、映像閲覧ありの記述課題の方が映像閲覧なしのときよりも時間が長かったためであり、また、映像に映っている自分や会話相手の発言や行動を詳細に記述する傾向が高まったためである。

図 5 から、映像を見ずに行ったメタ認知記述には、自分の見方に関する記述の占める割合が比較的多いことが分かる。それに対して映像を見ながらのメタ認知記述には、自分や会話相手の発言、また、自分の行動に関する記述の割合が、映像なしのときに比べて増えていることが読み取れる。このことは、感じ方、好みといった自分の内面に關わる記述は映像の有無に関係なく可能であるが、誰かの発言とか、それに連想付けて感じたことを思い出す、といったエピソード的な記述は、映像閲覧によって強く促進される、と解釈することができよう。

これらのことは、映像閲覧のツールがあることによって、メタ認知のプロセスが変化したことを示していると考えられる。1 章で述べたように、メタ認知とは、自分の思考だけでなく、自分と環境の相互作用（環境への働きかけとしての行為、および環境からの知覚）を言葉にすることである。つまり、本実験でいえば「自分の見方」といった自分の内面に關する記述だけでなく、その根拠やきっかけとなる事実、つまり、「自分の発言」、「自分の行動」、「他者の発言」といった事実や、その知覚過程を言葉にすることが重要である。本稿で紹介し

た映像閲覧ツールは、自分の感じ方の根拠となる事実や、その知覚過程をエピソードとして体験し直す機会を提供しており、その結果、メタ認知の記述がより具体化し、増大したのだと考える。

映像閲覧にともなうメタ認知記述の具体化は、「他者との違い」に関する記述についても顕著である。このことを示す例として、被験者 F のメタ認知記述の中から、会話相手との違いに関する記述が映像閲覧の有無によって変化している例を以下にあげる。

映像なし 他人と会話をしていると、他人にとっての好き、かわいいと、自分にとってのかわいいには違いがあって、他人の言うかわいい写真はたしかにかわいいけど、まだそんなに強く感じない。

映像あり 水しぶきの犬が私は気に入っていて、Jさんは洗ってる犬が好きって言っている。それは、私は瞬間としての水の写真が良いと思ったのに対し、Jさんは動きのある犬を選んでいて、その違いは、犬を飼っているかどうかによるんじゃないかなと思った。このとおり、映像なしの記述の際には、他人との感じ方の違いを観念的な表現で記述しているのに対し、映像閲覧時の記述は自他の発言や行動に基づいた具体的な記述に変化している。

### 5.3 映像閲覧の仕方とメタ認知記述の関係

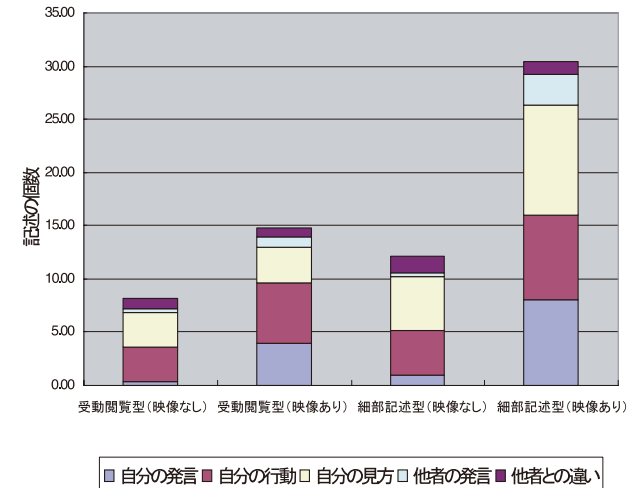
すべての被験者の映像ビューワの閲覧操作を記録し分析したところ、映像の閲覧の仕方には大きく分けて以下の2つのパターンがあることが分かった。

受動閲覧型 最初に、ほとんど一時停止は行わずに初めから最後まで映像を閲覧し、その後に、タイムスライダを用いて気になる数カ所のシーンに戻って、メモを書きとめる。  
細部記述型 初めから最後までじっくりと映像を見て行き、気になるシーンのたびにこまめに一時停止して、メモを書きとめる。

なお、映像ビューワの操作記録を確認したが、全被験者がすべての映像（合計約28分）を再生しており、一部の映像しか再生していない被験者はいなかった。

多少の程度の差はあるが、被験者をこれらのタイプに分けると、被験者 A, B, C, H, J, K が受動閲覧型、D, E, F, G, I が細部記述型であった。

これら2つのタイプの被験者の間で、メタ認知記述に変化が見られるかを調べた。図6は、各タイプの被験者のメタ認知記述平均量を比較したものである。映像なしのメタ認知記述については、量・内容ともに、両者の間に有意な違いは見られない。しかし、映像ありのメタ認知記述については、細部記述型被験者の方が、受動閲覧型被験者よりもメタ認知記述量が大幅に増加している。細部記述型がこまめに映像再生の一時停止を行い、そのた





## 6. 映像閲覧による追体験効果

最初のメタ認知実験から約半年後に、同じ被験者に対してもう1度メタ認知記述課題を課した。このときは、写真探索や会話課題は行わず、半年前のデータに基づいてメタ認知記述課題のみを実施した。この実験ではすべての被験者が同時に集まる必要はないので、個別に実験を実施した。その際、最初のメタ認知実験のときと同様、映像閲覧があるときとないときの両方でメタ認知記述作業をもらった。なお、最初の実験で用いた写真集をすべて用意し、被験者ごとに、本人がつけたとおりに付箋の貼り付けを再現した。過去のノートは参照しないこととした。

この実験では、被験者には、自分が納得いくまでメタ認知記述課題に取り組んでもらった。結果的に、多くの被験者が2時間近く課題に取り組んだ。課題が終わったら、実験者によりインタビューを行い、記憶や感じ方の変化の有無や、メタ認知に対する映像ビューワの影響について自由形式でコメントをもらった。

興味深いことに、5.3節で述べた映像閲覧のパターン（受動閲覧型と細部記述型）はすべての被験者について、半年前と今回の実験で一致した。それにともない、メタ認知記述量もほぼ2回の実験で同じ傾向だった。このことは、人のメタ認知プロセスのパターンは、単に時間が過ぎた程度ではあまり変わらないことを示しているように思う。

映像閲覧の効果としてまず筆者らが注目したのは、ほとんどの被験者（11人中10人）が、「当時の気分に戻ることができた」といった記憶の甦りに関するコメントや、「昔と今では写真の好みや見方が変化したことが確認できた」といった過去と現在の差異への気づきに関するコメントをしたことである。こういったことは、被験者の頭の中にある記憶だけではなく気づくことが難しいが、映像閲覧することにより、過去の体験を新鮮な気持ちで体験し直すことで、気づきが促されるのだと考えられる。実際、映像ありの場合には、「この写真を選んだことをすっかり忘れていた。なぜこれが良かったのか、今は思い出せない」とか、「こんなこと言ってたんだなあ」といった、映像の中に映った事実に対して第三者的な視点で感想を述べている記述が多かった。

それに関連して、「自分の目線の映像と音声（一人称視点映像）が重要だ」というコメントが多く得られた。なお、上記に含まれない残りの1人については、最初の実験のときの体験記録時のマイク配線のトラブルで、自分の音声途中から録音されていなかった。追体験には、映像よりも音声の影響が強いかもしれない。

その一方で、半年経つと断片的なシーンの閲覧だけでは発言の文脈が分からなくなってい

ることが多かった。そういったときに、三人称視点映像（机から自分と会話相手をとらえている映像）を見ることで、自分の行動や状況を思い出すことができた、というコメントがあった。また、最初の体験記録・メタ認知実験のときには体験直後のことなので気づかなかったことだが、たとえば、会話の相手が『これ』と指差した対象や状況は、半年後の実験時には容易には思い出せなくなっていた。そういったときには、二人称視点映像（会話の相手の視点映像）が役に立ったというコメントがあった。

また、興味深いこととして、実験者が被験者用に再現しておいた付箋について、映像閲覧前は「この付箋は私の貼ったものじゃない」と言っていたものが、映像閲覧時に、やはりその被験者によるものであったことが確認されたことが少なからずあった。したがって、本稿で紹介したようなシステムによる豊富な映像記録は、過去の体験事実と現在の感じ方の違いに気づかせる効果があり、その理由を探求することで、利用者のメタ認知を促す効果もあると考える。

## 7. おわりに

豊富な映像を記録し、体験シーンの自動抽出を行うシステムが、自らの体験を見直し、語る行為にどのような効果があるかを議論した。効果を議論する具体的な題材として、「メタ認知」実験を実施し、メタ認知記述課題において、筆者らのシステムを用いた場合と用いない場合を比較分析した。

その結果、筆者らのシステムを用いた場合は、自分や他人の行動に関連するエピソード的な記憶を強化する効果があることが確認された。また、元の体験から半年経った後に同システムを利用したところ、通常であれば記憶が薄れているシーンの状況を思い出すことを容易にし、多くの被験者が自らの体験の追体験に没入することが観察された。

筆者らのシステムの特徴の1つが複数視点による同一シーンの記録であることを考えると、映像視点とメタ認知記述の相関を見なかった。しかし、映像ビューワのユーザがどの視点映像を閲覧中かを正確に記録する仕組みにはなっていなかったため、その点については詳細な議論はできなかった。ただし今回の実験によって、体験直後には映像視点の複数性の有意な利点は見当たらなかった一方で、時間が経過した体験を追体験するには複数視点が役立っているというコメントを得ることができた。今後、詳細な議論を行っていきたい。

映像記録、さらには複数視点の映像記録とその閲覧を支援するシステムがメタ認知に役立つかどうかという議論は、本来、認知対象としている技能や能力の発展に寄与したかどうかで議論すべきである。そのためには、筆者らが提案してきたような体験記録のシステムを、

道具として日常的に使えるものにし、継続的に使って評価することが重要である。

謝辞 本研究は、筆者らの研究グループが ATR メディア情報科学研究所に所属していた際に、通信・放送機構の民間基盤技術研究促進制度の補助を受けて実施された。本稿で紹介したメタ認知実験用の映像ビューワの実装にご協力いただいた山本哲史氏、メタ認知実験にご協力いただいた土川仁、岩澤昭一郎、伊藤禎宣、高橋昌史、熊谷賢の各氏に感謝する。

### 参 考 文 献

- 1) 角 康之, 西山高史: 体験の記録・利用の技術展望, システム制御情報学会誌「システム/制御/情報」, Vol.50, No.1, pp.2-6 (2006).
- 2) 角 康之, 伊藤禎宣, 松口哲也, Fels, S., 間瀬健二: 協調的なインタラクションの記録と解釈, 情報処理学会論文誌, Vol.44, No.11, pp.2628-2637 (2003).
- 3) 角 康之, 間瀬健二, 小暮 潔, 土川 仁, 片桐恭弘, 萩田紀博, 伊藤禎宣, 岩澤昭一郎, 中原 淳, 神田崇行: ユビキタス環境における体験の記録と共有, システム制御情報学会誌「システム/制御/情報」, Vol.48, No.11, pp.458-463 (2004).
- 4) Hacker, D.J., Dunlosky, J. and Graesser, A.C. (Eds.): *Metacognition in Educational Theory and Practice*, Lawrence Erlbaum Assoc. Inc. (1998).
- 5) Clancey, W.J.: *Situated Cognition: On Human Knowledge and Computer Representations*, Cambridge University Press (1997).
- 6) 諏訪正樹: 身体知獲得のツールとしてのメタ認知的言語化, 人工知能学会誌, Vol.20, No.5, pp.525-532 (2005).
- 7) Nakashima, H., Suwa, M. and Fujii, H.: Endo-system view as a method for constructive science, *Proc. 5th International Conference on Cognitive Science (ICCS 2006)*, pp.63-71 (2006).
- 8) 諏訪正樹, 伊東大輔: 身体スキル獲得プロセスにおける身体部位への意識の変遷, 第20回人工知能学会全国大会 (2006).
- 9) Suwa, M.: Re-representation underlies acquisition of embodied expertise: A case study of snowboarding, *Proc. 27th Annual Conference of the Cognitive Science Society*, p.2557, Cognitive Science Society (2005).
- 10) 諏訪正樹: 「こと」の創造: 行為・知覚・自己構築・メタ記述のカップリング, 日本認知科学学会誌, Vol.11, No.1, pp.26-36 (2004).
- 11) 諏訪正樹: 「創造」の研究: 現象を生む実践の学, 人工知能学会誌, Vol.19, No.2, pp.205-213 (2004).
- 12) Mann, S.: Humanistic computing: "WearComp" as a new framework for intelligence signal processing, *Proc. IEEE*, Vol.86, No.11, pp.2123-2151 (1998).
- 13) Aizawa, K., Hori, T., Kawasaki, S. and Ishikawa, T.: Capture and Efficient Retrieval of Life Log, *Pervasive 2004 Workshop on Memory and Sharing of Experiences* (2004).

- 14) Gemmell, J., Williams, L., Wood, K., Bell, G. and Lueder, R.: Passive Capture and Ensuing Issues for a Personal Lifetime Store, *Proc. 1st ACM Workshop on Continuous Archival and Retrieval of Personal Experiences (CARPE 2004)*, pp.48-55 (2004).
- 15) 美崎 薫, 河野恭之: 「記憶する住宅」—55万枚のデジタルスキャン画像の常時スライドショー・ブラウジングによる過去記憶の甦りの実践, *インタラクション 2004*, pp.129-136, 情報処理学会 (2004).
- 16) Takahashi, M., Ito, S., Sumi, Y., Tsuchikawa, M., Kogure, K., Mase, K. and Nishida, T.: A layered interpretation of human interaction captured by ubiquitous sensors, *The 1st ACM Workshop on Continuous Archival and Retrieval of Personal Experiences (CARPE 2004)*, pp.32-38 (2004).
- 17) 角 康之, 岩澤昭一郎, 間瀬健二: インタラクション・コーパス分析ツールの試作, 情報処理学会研究報告 (ヒューマンインタフェース), Vol.HI104-7 (2003).

(平成 19 年 7 月 1 日受付)

(平成 20 年 1 月 8 日採録)



角 康之 (正会員)

1990年早稲田大学理工学部電子通信学科卒業。1995年東京大学大学院工学系研究科情報工学専攻修了。同年(株)国際電気通信基礎技術研究所(ATR)入所。2003年より京都大学大学院情報学研究科助教授(現在は准教授)。博士(工学)。研究の興味は、知識や体験の共有を促す知的システムの開発や、人のインタラクションの理解と支援に関わるメディア技術。



諏訪 正樹

1962年大阪生まれ。1984年東京大学工学部卒業。1989年東京大学大学院工学系研究科博士課程修了(工学博士)。同年(株)日立製作所基礎研究所入社、推論学習の研究に従事。1994~1996年スタンフォード大学CSLI研究所にて客員研究員。1997年オーストラリアシドニー大学建築デザイン学科主任研究員。2000年より中京大学情報科学部助教授。2004年より同教授。2006年より同大学情報理工学部教授。高次認知、特に、身体知の学習、感性の開拓、創造プロセスの認知分析の研究に従事。



花植 康一 (学生会員)

1979年生。2006年名古屋大学大学院情報科学研究科社会システム情報学専攻に入学。インタラクションデザインや知的創造活動の支援に興味を持つ。



西田 豊明 (正会員)

1977年京都大学工学部卒業。1979年京都大学大学院修士課程修了。1993年奈良先端科学技術大学院大学教授，1999年東京大学大学院工学系研究科教授，2001年東京大学大学院情報理工学系研究科教授を経て，2004年4月京都大学大学院情報学研究科教授。会話情報学，原初知識モデル，社会知のデザインの研究に従事。日本学会会議連携会員。本学会理事。最近の編著：Toyoaki Nishida (editor). Conversational Informatics: An Engineering Approach, John Wiley & Sons Ltd., 2007.



片桐 恭弘 (正会員)

1976年東京大学工学部電子工学科卒業。1981年東京大学大学院工学系研究科情報工学専攻修了。工学博士。NTT基礎研究所，ATRメディア情報科学研究所を経て現在公立ほこだて未来大学教授。自然言語処理，社会的インタフェース，インタラクションの認知科学の研究に従事。日本認知科学会，日本人工知能学会，社会言語科学会，Cognitive Science Society，ACL，IEEE各会員。



間瀬 健二 (正会員)

1981年名古屋大学大学院工学研究科情報工学専攻修士課程修了。同年NTT入社。1995～2002年(株)国際電気通信基礎技術研究所研究室長。2002年より名古屋大学情報連携基盤センター教授。コンピュータによるコミュニケーション支援の研究を推進している。IEEE，ACM，電子情報通信学会，人工知能学会，日本VR学会，画像電子学会各会員。1999年人工知能学会論文賞。博士(工学)。