

記憶障害支援のための一人称画像蓄積・検索システム 「あのときカメラ」の実装と実験的評価

児玉 桂子[†] 平井 駿[†] 村手 亮太[†] 中田 匠哉[†] 陳 思楠[†]
佐伯 幸郎^{††} 中村 匡秀^{†,†††} 安田 清[†]

[†] 神戸大学 〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1

^{††} 高知工科大学 〒782-8502 高知県香美市土佐山田町宮ノ口 185

^{†††} 理化学研究所・革新知能統合研究センター 〒103-0027 東京都中央区日本橋 1-4-1

E-mail: [†]{kodakoma, hirashun, rmurate, tnakata}@es4.eeddept.kobe-u.ac.jp, ^{††}chensinan@gold.kobe-u.ac.jp,
^{†††}saiki.sachio@kochi-tech.ac.jp, ^{††††}masa-n@cmds.kobe-u.ac.jp, ^{†††††}yasukiyo.12@outlook.jp

あらまし 近年、日本では高齢化に伴って軽度認知障害（MCI）の有病率が上昇しており、社会的な問題となっている。MCIでは記憶障害が生じ、特にエピソード記憶が障害されることで、本人や支援者に心理的・時間的な負担が生じる。また、核家族化や地域社会の関係希薄化により、高齢者が周囲の支援を十分に受けられない状況も増加している。こうした背景から、MCIを抱える高齢者が、エピソード記憶の想起を促すデータを自力で収集・蓄積・検索できるシステムの必要性が高まっている。先行研究では、ユーザ本人の視点に近い一人称視点の視覚データに着目し、記憶障害支援システム「あのときカメラ」が提案されているが、実運用上の問題が存在する。そこで本研究では、処理の責務分離と非同期化、およびローカル処理の導入により、既存のあのときカメラの改良を提案し、実装した。実証実験の結果、本システムが提示する視界のスナップ画像の閲覧がエピソード記憶の想起に有効であることが示唆された。

キーワード 高齢化、エピソード記憶、軽度認知障害（MCI）、記憶支援システム、ライフログ、一人称視点画像

Implementation and Evaluation of "Anotoki Camera": A Memory Support System Based on Egocentric Image Archiving and Retrieval

Keiko KODAMA[†], Shun HIRAI[†], Ryota MURATE[†], Takuya NAKATA[†], Sinan CHEN[†], Sachio SAIKI^{††}, Masahide NAKAMURA^{†,†††}, and Kiyoshi YASUDA[†]

[†] Kobe University Rokkodai-cho 1-1, Nada-ku, Kobe, Hyogo 657-8501 Japan

^{††} Kochi University of Technology, 185 Miyanokuchi, Tosayamada, Kami City, Kochi 782-8502, Japan

^{†††} Riken AIP 1-4-1 Nihon-bashi, Chuo-ku, Tokyo 103-0027 Japan

E-mail: [†]{kodakoma, hirashun, rmurate, tnakata}@es4.eeddept.kobe-u.ac.jp, ^{††}chensinan@gold.kobe-u.ac.jp,
^{†††}saiki.sachio@kochi-tech.ac.jp, ^{††††}masa-n@cmds.kobe-u.ac.jp, ^{†††††}yasukiyo.12@outlook.jp

Abstract In Japan, rapid population aging has increased the prevalence of Mild Cognitive Impairment (MCI), becoming a major social issue. MCI causes memory impairment, particularly affecting episodic memory, which imposes psychological and time burdens on both individuals and caregivers. Furthermore, due to the rise of nuclear families and weakened community ties, many older adults cannot receive sufficient support. Under these circumstances, there is a growing need for systems that enable older adults with MCI to independently collect, store, and retrieve data that facilitate episodic memory recall. To address this issue, previous studies proposed a memory support system called “Anotoki Camera,” which uses first-person visual data reflecting the user’s perspective. However, this system still has practical issues in real-world operation. In this study, we propose an improved Anotoki Camera by introducing task separation, asynchronous processing, and local processing. Experimental evaluation suggests that browsing egocentric snapshot images presented by the system is effective in facilitating episodic memory recall.

Key words Aging Society, Episodic Memory, MCI, Memory Support System, Lifelog, Egocentric Images

1. はじめに

近年、日本では少子高齢化が急速に進行しており [1]、これに伴って、認知症や MCI (MCI: Mild Cognitive Impairment) の有病率が年々上昇し、社会的な問題となっている [2]。MCI は認知症の前段階にあたる状態であり、日常生活はほぼ自立して営めるものの、記憶や注意力に軽度の障害が生じる [3]。特に、近時のエピソード記憶が損なわれやすく、「菓を飲んだか忘れる」「物をどこに置いたか思い出せない」といった問題が日常的に発生する。エピソード記憶とは、個人が実際に体験した出来事に関する記憶であり、その内容は本人に特有であるため、たとえ親しい家族であっても代わりに補完することが難しい。そのため、記憶障害を抱える本人が不安や焦りを感じるだけでなく、周囲の人々も同じ質問への繰り返し対応や予期せぬ行動への対処に追われるなど、心理的・時間的な負担を強いられる [4] [5]。こうした背景から、MCI を抱える高齢者が、エピソード記憶の想起を促すデータを自力で収集・蓄積・検索できるシステムの必要性が高まっている。特に、ユーザ本人の視点に近い一人称視点の視覚情報は、記憶想起のきっかけとして有効であることが報告されている [6]。

以上を踏まえ、我々の研究グループでは、ユーザの視界に近いスナップ画像を自動で撮影・保存し、必要に応じた検索を可能にするシステム「あのときカメラ」の開発を行っている。先行研究では、プロトタイプシステムを基にあのときカメラを提案・実装し、ケーススタディを通じて基本的な動作を確認した。しかし、先行研究におけるあのときカメラには、実運用における以下の 3 つの問題点が存在する。

- 問題 P1: 各処理の逐次実行に伴うサンプリング頻度の低下
- 問題 P2: ネットワーク依存によるデータの欠落と不安定性
- 問題 P3: 外部 LLM の利用に伴うプライバシーと持続性の懸念

これらの問題点を解決するためには、以下の課題が存在する。

- 課題 C1: 処理負荷に依存しないサンプリング頻度の確保
- 課題 C2: 通信環境に依存しないデータ蓄積の実現
- 課題 C3: 外部サービスを利用しないタグ生成の実現

そこで本稿では、上記の課題 C1, C2, C3 を解決するために、以下の 3 つのアプローチを提案する。

- A1: 画像撮影とサーバへの送信の非同期化
- A2: 画像の送信・保存とタグ生成の非同期化
- A3: ローカル LLM によるタグ生成

本稿では、これらのアプローチに基づいてあのときカメラの改良を実装した。また、高齢者を対象とした実証実験を行い、ウェアラブルデバイスの受容性、Web サービスの使用性、および視界のスナップ画像の閲覧がエピソード記憶想起に与える影響を多面的に評価する。

2. 準備

2.1 MCI とその現状

近年、日本では少子高齢化が急速に進行している [1]。これに伴い、認知症や MCI (MCI: Mild Cognitive Impairment)

の有病率が年々上昇し、個人や家族だけでなく社会的な問題となっている [2]。MCI とは認知症の前段階であり、記憶や注意力に軽度の障害が生じる [3]。特に近時のエピソード記憶が損なわれやすく、服薬や食事をしたかどうか忘れる、同じ話を何度も繰り返してしまうといった問題が日常的に発生する。そのため、記憶障害を抱える本人の不安や生活の質が低下するだけでなく、周囲の人々にとっても心理的・時間的な負担が大きい [4] [5]。また、核家族化や地域社会の関係希薄化の進行により、独居高齢者が増加し、周囲の支援を受けられない状況も指摘されている [1]。こうした背景から、MCI を抱える高齢者が、記憶障害により欠落したエピソード記憶を自動的に補い、自律した生活を送るための支援が求められている。

2.2 エピソード記憶と視覚データ

エピソード記憶は、個人が実際に体験した出来事やその時の情景に関する記憶であり、その想起には当時の状況や視覚情報が重要な手がかりとなる。とりわけ、ユーザ本人の視点に近い一人称視点の画像データは、当事者にとっての受容性が高いとされる [6]。また、人が自発的に撮影した画像よりも、受動的に撮影された画像の方が過去の出来事の想起に有効であることが示唆されている [7]。そこで本研究では、首掛け型のウェアラブルデバイスを用いてユーザの一人称視点に近い画像を継続的に撮影する。この画像を「視界のスナップ画像」と呼び、エピソード記憶の想起を支援するための基盤データとして活用する。

2.3 クラウド LLM とローカル LLM

近年、生成 AI の普及に伴い、大規模言語モデル (LLM: Large Language Model) を外部 API として利用する構成が広く採用されている。外部 API を用いる方式は、大規模な計算資源を保有せずとも高性能なモデルを利用でき、導入が容易である [8]。先行システムである「あのときカメラ」においても、画像に対するタグ生成の基盤として OpenAI 社の API を介して GPT-4o を活用している [9]。一方で、クラウド LLM (外部 API) を利用する場合、入力データを外部サーバへ送信するため、プライバシーやデータ保護の観点から懸念が生じる。また、運用コストや利用規約変更などの外部要因により、システムの継続性にも懸念が生じる。これらの懸念に対し、処理を端末側または同一ネットワーク内で完結させるローカル LLM の活用が注目されており、オープンソースの高性能な LLM が複数公開されている [10] [11]。ローカル LLM は、プライバシー保護とシステムの継続性を両立させるための重要なアプローチとなっている。

2.4 先行研究：あのときカメラ

先行研究では、エピソード記憶の想起を促す一人称視点のデータを自力で収集・蓄積・検索できるシステムの構築を目的として、記憶障害支援システム「あのときカメラ」を提案した。本システムは、ウェアラブルデバイスにより、ユーザの視界のスナップ画像を一定間隔で自動撮影し、Wi-Fi 経由でオンラインストレージに保存する構成である。保存された画像には、クラウド LLM を用いて画像内の物体や状況に関するタグを自動で付与することで、Web サービス上での画像検索を可能とした。また、構造的類似度 (SSIM: Structural Similarity) に基づく重複画像の除外や、矩形検出による不鮮明画像の除去を導

入し、ストレージ容量の圧迫を低減した。ケーススタディの結果、LLMによるタグ生成と、それに基づく検索の有効性が確認された。一方で、各処理の逐次実行による遅延や、外部 LLM 依存に伴う懸念など、実運用における問題が明らかになった。

2.5 着目する課題

先行研究で提案したあのとときカメラには、以下の3つの問題点が存在する。

問題 P1: 各処理の逐次実行に伴うサンプリング頻度の低下

先行システムでは、画像の撮影・サーバへの送信・画像へのタグ生成・データベースへの保存を単一のプロセスで逐次的に実行していた。そのため、通信環境や LLM の応答遅延が撮影間隔に直接影響し、設計上の撮影頻度を維持できず、画像間で最大 30 秒程度の空白が生じる場合があった。日常生活の記録に基づいてエピソード記憶の想起を支援するためには、高頻度かつ一定なサンプリングの維持が不可欠である。

問題 P2: ネットワーク依存によるデータの欠落と不安定性

先行システムでは、視界のスナップ画像を撮影の都度リアルタイムで送信・処理を行う仕様であったため、常時安定したネットワーク接続が可能な環境を前提としていた。しかし、ウェアラブルデバイスという性質上、ユーザの移動に伴い、通信が不安定な環境やネットワーク接続が利用できない環境での使用が避けられない。こうした状況下では、送信エラーに起因するデータの消失が発生したり、新たな撮影や保存自体が行えなくなったりする問題があった。したがって、ネットワーク環境に左右されず、継続的に画像を撮影・蓄積できる仕組みが必要である。

問題 P3: 外部 LLM の利用に伴うプライバシーと持続性の懸念

先行システムでは、ウェアラブルデバイスで撮影された視界のスナップ画像へのタグ生成に、外部 API (GPT-4o) を利用する仕様となっていた。しかし、視界のスナップ画像には、ユーザの私的な生活や所有物、他者の顔などが映り込むため、私的な情報が外部サーバへ送信されることによるプライバシー上の懸念が生じる。また、API の利用に伴う従量課金コストや、サービス提供の停止などによってシステムの持続性が損なわれる可能性がある。したがって、外部サービスに依存しないタグ生成手法の導入が不可欠である。

これらの問題点を解決するためには、以下の課題が存在する。

課題 C1: 処理負荷に依存しないサンプリング頻度の確保

課題 C2: 通信環境に依存しないデータ蓄積の実現

課題 C3: 外部サービスを利用しないタグ生成の実現

本稿では、上記の課題 C1, C2, C3 を解決するとともに、実環境での運用を想定したシステムの実装と実証実験を行う。

3. 提案手法

3.1 目的とアプローチ

本研究の目的は、2.5 節で述べた課題 C1, C2, C3 を解決し、あのとときカメラを実環境で運用可能なシステムへと改良することである。

キーアイデアは、既存のあのとときカメラにおける処理構造を見直し、処理の責務分離と非同期化、およびローカル処理の導

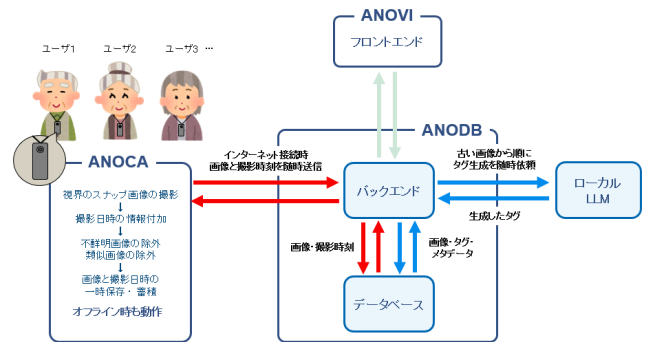


図1 あのとときカメラ: 保存フェーズのアーキテクチャ

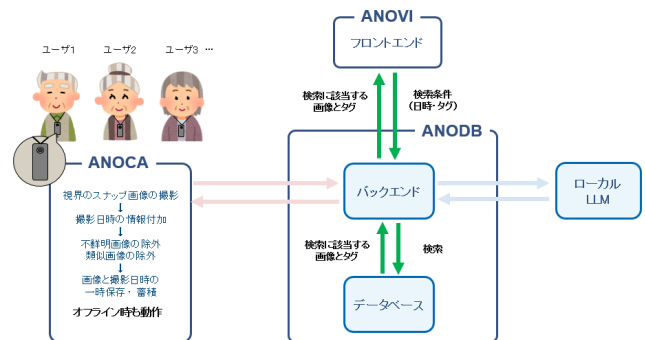


図2 あのとときカメラ: 検索フェーズのアーキテクチャ

入を行うことで、処理負荷や通信環境、外部サービスに依存しない構成へ再設計することである。この目的を達成するため、本稿では以下の3つのアプローチを導入する。

A1: 画像撮影とサーバへの送信の非同期化

A2: 画像の送信・保存とタグ生成の非同期化

A3: ローカル LLM によるタグ生成

3.2 全体アーキテクチャ

本稿では、先行研究において設計・実装した各要素を、記憶想起支援システム「あのとときカメラ」を構成する要素として整理し、システム全体のアーキテクチャを改めて示す。全体アーキテクチャは、画像の保存フェーズと検索フェーズから構成される。保存フェーズのアーキテクチャを図1に、検索フェーズのアーキテクチャを図2にそれぞれ示す。

ここで、本システムを構成する主要な要素について、各要素の機能と役割の観点から整理し、以降これらの名称を用いる。

- **ANOCA:** 視界のスナップ画像の撮影・送信を担うウェアラブルデバイス
- **ANODB:** 画像およびメタデータの蓄積・検索処理を担うバックエンドサーバ
- **ANOVI:** 画像の検索条件入力および検索結果の提示を担う Web フロントエンド

ANOCA は、ユーザが首から下げて装着する小型・軽量のウェアラブルデバイスであり、視界のスナップ画像を自動的に撮影し、ネットワーク接続時にサーバへ画像を送信する。具体

的には、デバイスのカメラモジュールで自動的に視界のスナップ画像を撮影する。その後、類似画像と不鮮明画像の除外を行い、記憶想起に有効と考えられる画像を撮影時刻の情報とともにデバイスへ一時的に保存する。これらの処理はネットワーク接続が利用できない場合でも継続的に動作する。そして、保存された画像と撮影時刻の情報は、ネットワーク接続が確立されている間に、古いものから順に ANODB へ送信される。

ANODB は、画像の保存および検索処理を担うバックエンドサーバシステムであり、バックエンド処理およびデータベースから構成される。ANOCA から画像と撮影時刻を受信し、それらを管理・蓄積するとともに、ANOVI における画像検索のバックエンド処理を担う。具体的には、ANOCA から送信された画像および撮影時刻がデータベースに保存される。その後、保存された画像に対して、ローカル LLM によって古い順に随時タグ生成を行い、データベースに保存する。このように、画像と付随するメタデータ、および生成されたタグを一元的に管理することで、後述する ANOVI での画像検索に利用する。

ANOVI は、ユーザが画像の検索・閲覧を行うための Web フロントエンドである。ユーザは ANOVI を通じて検索条件（日時/キーワード）を入力し、検索結果として該当する画像を閲覧する。ANOVI は、画像の保存や検索処理は行わず、ユーザインタフェースとして検索条件の入力と結果の提示を担う。

3.3 A1: 画像撮影とサーバへの送信の非同期化

図 1 において赤色の矢印で示したように、先行システムで逐次実行されていた処理のうち、画像の撮影処理とサーバへの送信処理を非同期化した。具体的には、ANOCA は自動的に視界のスナップ画像を撮影し、デバイス上に一時的に保存・蓄積する。この際、前回撮影した画像と構造的類似度が高い画像や不鮮明な画像は、保存対象から除外される。これらの処理は、ネットワーク接続がない場合でも継続的に動作する。サーバへの画像送信処理は撮影処理とは独立して実行され、ネットワーク接続が確立されている場合にのみ、一時保存された画像を古い順に ANODB へ送信する。また、ANODB への送信・保存が完了した画像は、デバイス上から削除する。この構成により、ネットワーク接続の有無に関わらず、画像の撮影および蓄積の継続を実現することで、問題点 P1、P2 への対処を図る。

3.4 A2: 画像の送信・保存とタグ生成の非同期化

図 1 において青色の矢印で示したように、先行システムで逐次実行されていた処理のうち、画像へのタグ生成処理を画像の送信・保存処理から分離し、非同期化した。具体的には、ANOCA から送信された画像は、ANODB においてタグ生成を行わずに保存される。そして、タグ生成処理が画像の送信・保存処理とは独立して実行される。ANODB に保存された画像に対して、ローカル LLM を用いて古い画像から順にタグを生成し、生成結果をデータベースに保存する。この構成により、タグ生成処理の速度に関わらず一定のサンプリング頻度を確保することで、問題点 P1 への対処を図る。

3.5 A3: ローカル LLM によるタグ生成

画像へのタグ生成を行うために、ローカル LLM を導入した。先行システムでは、クラウド LLM を用いてタグ生成を行って

おり、プライバシーやシステム継続性に関する懸念が生じていた。そこで、ANODB と同一ネットワーク上にローカル LLM を構築し、ローカル LLM の API を利用してタグ生成を行う。具体的には、ANODB に保存された画像に対して、古いものから順にローカル LLM を用いてタグを生成し、生成結果をデータベースに保存する。これにより、外部サーバを介さないタグ生成を実現することで、問題点 P3 への対処を図る。

4. 実 装

4.1 利用した技術

改良したあ のときカメラの実装には以下の技術を用いた。

- 開発言語: Python, JavaScript
- ストレージ: Nextcloud [12]
- データベース: MySQL [13]
- LLM: Qwen-2.5VL(7B) [11]

ANOCA の実装には、Raspberry Pi Foundation が設計した Raspberry Pi Zero 2 W [14] を、カメラモジュールとして Raspberry Pi Camera Module 3(広角/可視光) [15] を用いた。

4.2 非同期処理の実装

ANOCA において、画像の撮影処理とサーバへの送信処理を、それぞれ独立したプロセスとして実装した。まず、撮影された画像に対して類似画像と不鮮明画像の除外を行い、選別された画像をデバイス上のローカルフォルダに一時保存する。そして、ネットワーク接続がある場合、撮影時刻に基づいて古いものから順にサーバへ送信する。この際、送信が完了した画像は、デバイス上のフォルダから削除される。ANODB 側では、ANOCA から受信した画像の保存処理と LLM を用いたタグ生成処理を、それぞれ Docker コンテナとして独立に実装した。

4.3 ローカル LLM によるタグ生成の実装

ローカル LLM をあ のときカメラのサーバと同一ネットワーク内に構築し、ローカル LLM を利用してタグ生成を行うよう実装した。ローカル LLM として、視覚言語モデル Qwen-2.5VL(7B) [11] を採用した。Qwen とは、画像やテキストを入力として扱い、自然言語による出力を生成可能な大規模言語モデル群である。なかでも Qwen-2.5VL は比較的軽量に動作し、画像と言語を統合的に扱うことができる。

4.4 不鮮明画像の判定手法の改良

先行システムでは、不鮮明画像の判定に矩形検出と閾値による判定を用いた。しかし、本システムで用いる広角レンズ環境下では、レンズ歪みの影響などにより矩形の安定検出が難しく、歪み補正を前提とした運用も実装負荷が高かった。そのため、不鮮明画像の判定の実装に、勾配ベースのフォーカス評価指標である Tenengrad を用いた。Tenengrad は、多様な条件下で比較的安定した性能を示すことが報告されている [16]。

5. 実 験

5.1 目 的

本実験の目的は、実環境下において、実装したあ のときカメラの使用感、および視界のスナップ画像がエピソード記憶の想起に与える影響を調査することである。そのために、以下のリ

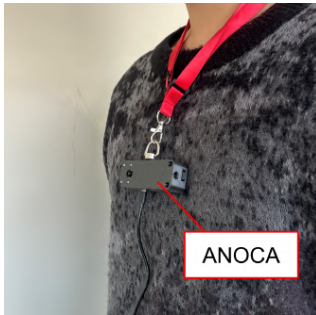


図 3 ANOCA 装着時の外観

サーチクエスション (RQ) を設定する。

- RQ1: ウェアラブルデバイス (ANOCA) は、高齢者が日常生活で受容できるか。
- RQ2: Web サービス (ANOVİ) は、高齢者および支援者が負担なく操作できるか。
- RQ3: 視界のスナップ画像の閲覧は、高齢者の日常生活におけるエピソード記憶の想起に役立つか。

5.2 実験方法

本実験では、高齢者の日常生活下におけるあのとときカメラの有効性を検証するため、ANOCA の受容性、ANOVİ の使用性、視界のスナップ画像の閲覧がエピソード記憶の想起に与える影響を調査した。被験者は 80 代の独居女性 2 名であり、自宅とその周辺において単独で実験を実施した。両被験者は認知機能の低下を自覚しているが、MCI の診断を受けていない。本実験は診断の有無による比較を目的とせず、日常生活環境における運用可能性と想起支援の現れ方を探索的に評価する。被験者は、実験内容および「あのとときカメラ」について説明を受けた後、ANOCA の装着方法および充電方法について説明を受けた。その後、日常生活の中で ANOCA を装着し、通常通りの生活を送った。実験期間は 5 日間以上とし、1 日 6 時間以上 ANOCA を装着した。ANOCA 装着時の外観を図 3 に示す。

ANOCA の装着期間終了後、ANOVİ の使用性について調査するため、被験者は ANOVİ を使用して視界のスナップ画像を閲覧した。具体的には、利用方法の説明を行った後、日時の指定およびキーワード入力による検索を含む操作を 5 回実施した。なお、本操作は筆者が同席し、補助をしながら実施した。実験終了後、アンケート調査と想起課題を実施した。

5.2.1 アンケート調査の設計

あのとときカメラの使用感および視界のスナップ画像がエピソード記憶の想起に与える影響についての主観評価を得るため、5 段階のリッカート尺度 (1: 全くそう思わない, 3: どちらとも言えない, 5: 非常にそう思う) でアンケート調査を実施した。なお、否定的表現の設問については、質問文は変更せず分析時に得点のみを反転し、すべての設問で「高得点ほど肯定的評価」を表すよう尺度方向を統一した。

アンケートは 3 つのカテゴリ (ANOCA の受容性, ANOVİ の使用性, エピソード記憶想起の有効性) で構成し、各カテゴリ毎に 9 問ずつの項目を設定した。また、各カテゴリ毎に 1 問ずつ自由記述で回答を得た。質問内容をカテゴリ毎に以下に示す。

アンケート項目: ANOCA の受容性

- 問 1: ANOCA の装着に違和感を感じたか。
 問 2: ANOCA を長時間装着することで疲れや違和感を感じたか。
 問 3: ANOCA が邪魔だと感じ、外したくなることがあったか。
 問 4: ANOCA の装着が日常生活の行動に影響を与えたか。
 問 5: 常時撮影されていることに対して心理的な抵抗を感じたか。
 問 6: 周囲の人からの視線を意識することがあったか。
 問 7: プライバシーについての不安を感じるがあったか。
 問 8: 撮影された画像の扱いについて不安を感じるがあったか。
 問 9: ANOCA を日常的に使用することは負担だと感じたか。
 問 10: その他, ANOCA に関する意見・感想 (自由記述)

アンケート項目: ANOVİ の使用性

- 問 11: ANOVİ の操作方法は直感的で分かりやすかったか。
 問 12: 表示されている情報は整理されていて理解しやすかったか。
 問 13: 画像の検索結果は見やすかったか。
 問 14: 目的の画像を見つけやすかったか。
 問 15: 検索・閲覧の操作は負担が少なかったか。
 問 16: 他者の助けがなくても、自分で操作を進められると思うか。
 問 17: ANOVİ は高齢者でも利用できると感じたか。
 問 18: 今後も ANOVİ を使ってみたいと感じたか。
 問 19: ANOVİ を用いて、自身の日常生活を振り返ることに違和感を感じなかったか。
 問 20: その他, ANOVİ に関する意見・感想 (自由記述)

アンケート項目: 記憶想起への有効性

- 問 21: 視界のスナップ画像は、自分の過去の出来事だと感じられたか。
 問 22: 視界のスナップ画像は、自分の視点に近いと感じたか。
 問 23: 画像を見ることで、忘れていた出来事を思い出しやすかったか。
 問 24: 画像を見ることで、出来事の内容を具体的に思い出しやすかったか。
 問 25: 画像を見ることで、出来事が起きた時の状況を思い出しやすかったか。
 問 26: 画像を見ることで、前後の出来事を連想して思い出しやすかったか。
 問 27: 画像を見なければ、これらの出来事は思い出せなかったと思うか。
 問 28: 本システムは、自分の日常生活を振り返る助けになると感じたか。
 問 29: 今後も、記憶想起のためにこのような画像を見たいと感じたか。
 問 30: その他, あのとときカメラに関する意見・感想 (自由記述)

5.2.2 想起課題の設計

あのとときカメラで撮影・蓄積された視界のスナップ画像を手がかりとして、エピソード記憶の想起を支援できるか検討するため、想起課題を実施した。想起課題は被験者の視界のスナップ画像から確認できた出来事に関する質問から構成した。各設問に対して自由記述でなるべく詳細に回答し、画像を手がかり

に連想して思い出した内容も併せて記述するよう指示した。

共通設問は10問とし、両被験者に共通して確認できた「買い物」「対人接触」「買い物以外の外出」を主な出来事として設問を設定した。また、被験者毎の生活内容に基づき、個別の設問を2問設けた。共通の質問内容を以下に示す。ここで「いつ頃」とは、日付、午前/午後などの時間帯、具体的な時間等を指す。

想起課題（共通設問）の質問内容

- 問1：実験期間中、誰かと会った日はありましたか。
- 問2：会ったのは、いつ頃、どのような相手でしたか。
- 問3：会ったときのことを詳しく教えてください。
- 問4：実験期間中、買い物に行った日はありましたか。
- 問5：買い物をしたのは、いつ頃、どこでしたか。
- 問6：買い物では、主に何を買いましたか。
- 問7：実験期間中、買い物以外に外出した日はありましたか。
- 問8：外出したのは、いつ頃、どこへでしたか。
- 問9：外出した目的は何でしたか。
- 問10：外出時のことを詳しく教えてください。

各設問について、被験者はまず ANOVI を使用せずに回答し、その後 ANOVI を用いて設問に関連する視界のスナップ画像を検索・閲覧した上で、再度回答した。

想起課題の評価では、画像閲覧前後における想起内容の変化に着目した。各設問について想定される正解要素（人物名、購入物、行動内容など）を事前に整理し、被験者の回答が、想定される正解要素を含んでいるかを確認した。また、想起内容の変化は、以下の5つの観点に基づいて整理した。

想起内容の変化の観点

- 追加：**システム使用後の回答において、人物、物品、心情、会話内容等が新たに言及され、想起内容が追加された場合。
- 具体化：**システム使用後の回答において、人物、物品、心情、会話内容等がより詳細に言及され、想起内容が具体的になった場合。
- 連想：**システム使用後の回答において、提示された画像を手がかりとして、関連する別の情報が新たに想起された場合。
- 訂正：**システム使用後の回答において、誤った想起内容が正しい内容に訂正された場合。
- 変化無し：**システム使用前後で、回答内容に追加・具体化・連想が認められなかった場合。

なお、上記の分類項目について、1つの設問に対して複数該当する場合は、該当した分類すべてに1件として計上した。

5.3 実験結果

5.3.1 アンケート項目：ANOCA の受容性の結果

アンケート項目のうち、ANOCA の受容性に関する結果を、被験者 A および B についてまとめて表 1 に示す。本カテゴリの設問は否定的表現で構成されるため、得点の反転処理を行い、尺度方向を統一した。したがって、得点が高いほど ANOCA の受容性が高いことを表す。両被験者とも、全ての項目で得点は5または4と高く、ANOCA の受容性が高い傾向が確認された。特に心理的抵抗やプライバシーへの不安に関する質問（問5～8）の得点は全て5であり、ANOCA の装着に対する心理的負担が小さいことが示唆された。自由記述では、「装着していることを忘れるほど気にならなかった」「自分の見た目が撮影

表 1 アンケート結果：ANOCA の受容性（反転処理後の得点）

質問番号	被験者 A	被験者 B
問 1	5	4
問 2	5	5
問 3	5	5
問 4	4	4
問 5	5	5
問 6	5	5
問 7	5	5
問 8	5	5
問 9	5	5

表 2 アンケート結果：ANOVI の使用性

質問内容	被験者 A	被験者 B
問 11	4	4
問 12	5	5
問 13	5	5
問 14	5	5
問 15	2	3
問 16	2	2
問 17	3	3
問 18	3	3
問 19	5	5

されるわけではないため、プライバシーへの抵抗は感じなかった」といった意見が得られた。一方で、両被験者とも「洗顔や洗濯等水を使用する場面では ANOCA を外す必要があるため、生活行動の流れが多少変化した」旨を回答した。

5.3.2 アンケート項目：ANOVI の使用性の結果

アンケート項目のうち、ANOVI の使用性に関する結果を、被験者 A および B についてまとめて表 2 に示す。得点が高いほど、ANOVI の使用性に対する肯定的評価が高いことを示す。表示情報の見やすさや検索結果の視認性に関する質問（問12～14）については、両被験者とも高い得点を示した。また、「ANOVI を用いて、自身の日常生活を振り返ることに違和感を感じなかったか。」（問19）に対しても、高い得点を示した。一方で、検索・閲覧操作の負担に関する質問（問15, 16）は得点が低く、補助なしでの自立操作には課題が残ることが示唆された。自由記述では、「パソコン操作の経験がほとんどないため、検索操作は難しかった。」という意見が得られた。

5.3.3 アンケート項目：記憶想起に与える影響の結果

アンケート項目のうち、視界のスナップ画像が記憶想起に与える影響に関する結果を、被験者 A および B についてまとめて表 3 に示す。得点が高いほど、視界のスナップ画像を用いたエピソード記憶想起に対する肯定的評価が高いことを表す。両被験者とも、「画像が自身の過去の出来事であると感じられた」「出来事の内容や状況を思い出しやすかった」といった項目で高い得点を示した。一方で、「画像を見ることで、前後の出来事を思い出しやすかったか。」（問26）については、両被験者とも低い得点であった。自由記述では、被験者 A は「昨日今日の話が連想されて思い出されるが、画像に映っている出来事の前後に何をしていたかは思い出せない。」と回答した。

表 3 アンケート結果：記憶想起に与える影響

質問内容	被験者 A	被験者 B
問 21	5	5
問 22	5	5
問 23	5	4
問 24	5	4
問 25	5	4
問 26	1	3
問 27	5	3
問 28	5	4
問 29	5	4

表 4 想起課題における想起内容の変化の内訳（件数）

分類項目	被験者 A	被験者 B
追加	5	6
具体化	5	4
訂正	1	1
連想	5	2
変化無し	5	5

5.3.4 想起課題の結果

被験者 A の想起課題の結果を 5、被験者 B の想起課題の結果を 6 に示す。得られた回答には、購入物や行動内容に加え、当時の判断や背景に関する記述が多く含まれる。そこで本稿では、想起内容の変化に着目するため、結果の表では各回答の要点を抽出した形で示し、詳細な回答については後述する。また、個人情報保護の観点から、固有名詞を記号表記（例：女性 A、店舗 A）に置き換えて示す。想起課題における想起内容の変化を分類項目毎に集計した結果を、被験者 A および B についてまとめて表 4 に示す。

被験者 A では「連想」に該当する想起が 5 回と多く、遭遇した人物の人間関係に関する情報や、関連する TV 番組の情報などが想起される傾向がみられた。一方で、被験者 B では「連想」に該当する想起は比較的少なく、「具体化」に該当する、当時の感情や会話内容などが想起される傾向がみられた。また、両被験者とも「追加」「具体化」に該当する回答が一定数みられた。

5.4 考 察

5.4.1 RQ1: ANOCA の受容性について

アンケート結果では、装着時の違和感や心理的抵抗、プライバシーへの不安に関する項目において、両被験者とも高い得点を示した。自由記述では、「装着していることを忘れるほど気にならなかった」といった意見が得られた。したがって、ANOCA は高齢者にとって受容性の高いウェアラブルデバイスであることが示唆された。

一方で、洗顔や洗濯など水を使用する場面では一時的に取り外す必要があることや、毎日の充電が前提となる点については、利用環境や生活習慣によっては負担となる可能性がある。そのため、防水性の付与や連続使用可能時間の拡大を行うことで、より受容性の高いデバイスが実現できると考えられる。

5.4.2 RQ2: ANOVI の使用性について

ANOVI の使用性に関しては、表示情報の視認性や検索結果

の分かりやすさに対して一定の評価が得られたが、検索操作については負担を感じる傾向が見られた。これは、両被験者とも PC の操作経験が乏しいことに起因すると考えられる。本システムの検索は、日時指定やキーワード入力を前提としており、キーボード入力や検索条件の組み立てが負担になりやすい。PC の操作方法を新たに習得することは難しいため、検索操作をなるべく必要としない画像閲覧方式の導入が必要である。具体的には、日記形式やスライドショー形式による提示など、極力能動的な検索を伴わずに過去の出来事を振り返ることができる設計が挙げられる。また、高齢者が忘れがちな事象や物（例：鍵、リモコン、服薬状況など）を対象を限定し、より単純な操作で該当する画像に到達できる仕組みも有効であると考えられる。

一方で、PC 操作に慣れた高齢者や、支援者が操作を行う場合は、ANOVI は有効な画像検索サービスであるといえる。特に、支援者が頻回質問を受けた際にその根拠となる画像を提示したり、特定の日時における高齢者の行動を把握する用途に適していると考えられる。したがって、利用主体（高齢者本人/支援者）や目的に最適化した UI/運用設計を検討することが重要である。さらに、画像を閲覧する過程において、高齢者と支援者との会話が自然と広がったことから、ANOVI は支援者と高齢者とのコミュニケーションを促進できる可能性がある。

5.4.3 RQ3: 記憶想起への有効性について

アンケート調査および想起課題の結果から、あのときカメラで撮影・蓄積・提示される視界のスナップ画像は、エピソード記憶の想起を促す手がかりとして有効であることが示唆された。両被験者とも画像を「自分の過去の出来事だと感じられた」「自分の視点に近い」と評価しており、視界のスナップ画像が違和感なく振り返りに利用できることが確認された。

想起課題の分類結果では、被験者 A では「連想」に該当する回答が多く、人物に関する周辺情報や、当時の行動の背景に関する言及がみられた。被験者 B では「連想」は少なく、「追加」や「具体化」に該当する回答が中心であり、当時の感情といった詳細情報が補われる傾向がみられた。ここで、被験者 A は近隣住民や知人との交流が多く、出来事が対人関係を含みやすい。また、日常生活は比較的ルーティン化されておらず、突発的な出来事や流れでの行動が多い傾向がある。一方で、被験者 B は比較的他者との交流機会が少なく、生活がルーティン化されており、日々の行動内容に一定の傾向がある。また、日頃から日記を書いており、過去の出来事を文章に書き起こす習慣がある。このような生活様式の違いは、画像提示によって刺激されやすい想起の傾向に影響を与える要因の一つであると考えられる。したがって、視界のスナップ画像を用いた想起支援の効果は一様ではなく、個人の生活背景や行動パターンに応じて現れ方が異なる可能性がある。ただし、本結果は高齢女性 2 名の少数事例に基づく探索的知見であり、一般化には限界がある。そのため今後は、属性や生活背景の異なる複数の被験者に対して同様の分析を実施し、想起の現れ方を検証する必要がある。

また、アンケート調査における問 26 は比較的低い評価となり、自由記述では「画像に映っている出来事の前後に何をしていたかは思い出せない」との意見が得られた。また、想起課題

において、出来事の前後関係を含む時系列的な言及は限定的であった。したがって、視界のスナップ画像の提示によって文脈的想起を支援できるかは、本実験からは明らかになっていない。

6. まとめ

本研究では、先行システム「あのとときカメラ」における実運用上の問題を解決するため、非同期処理とローカル LLM を活用した、あのとときカメラの改良を提案した。さらに、改良したあのとときカメラの受容性、使用性、および視界のスナップ画像の閲覧がエピソード記憶想起に与える影響を調査するため、実証実験を行った。被験者に ANOCA を装着して日常生活を送ってもらい、後日 ANOVI を用いて画像を検索・閲覧してもらった上で、アンケート調査と想起課題を実施した。

アンケートと想起課題の結果から、ANOCA は装着時の違和感や心理的抵抗、プライバシー不安が小さく、日常生活において継続して装着できる可能性が示唆された。また、ANOVI は検索結果の視認性など表示面が高く評価されたが、高齢者が検索操作を行うには負担があるため、画像の提示形式の改良が必要である。さらに、視界のスナップ画像が記憶想起を促す手がかかりとして有用であることが示唆された。一方で、画像の前後の出来事の記憶想起については十分に明確にならなかった。

今後は、対象者数および属性を拡張した実験を実施し、利用主体に応じたシステムの機能と活用可能性の拡張を目指す。

謝辞 本研究の一部は JSPS 科研費 JP25H01167, JP25K02946, JP25K24389, JP24K02765, JP24K02774, JP23K17006, JP23K28091, JP23K28383 の研究助成を受けて行われている。

文 献

- [1] 内閣府. 令和 6 年版高齢社会白書. 政府白書, 2024.
- [2] 九州大学. 認知症及び軽度認知障害の有病率調査並びに将来推計に関する研究. 調査報告書, 九州大学, 2024.
- [3] Ronald C. Petersen and John C. Morris. Mild cognitive impairment as a clinical entity and treatment target. *Archives of Neurology*, Vol. 62, pp. 1160–1163, 2005.
- [4] 厚生労働省. 認知症ケア法 – 認知症の理解. PDF. Accessed: 2024-01-24.
- [5] 神戸市看護大学. 軽度認知障害と診断された人と家族が日常生活の中で抱えている困りごと. 神戸市看護大学紀要, Vol. 26, pp. 57–65, 2022.
- [6] O. Gelonch, M. Ribera, et al. Acceptability of a lifelogging wearable camera in older adults with mild cognitive impairment: A mixed-method study. *BMC Geriatrics*, Vol. 19, p. 110, 2019. Article 110.
- [7] Emma Woodberry, Georgina Browne, et al. The use of a wearable camera improves autobiographical memory in patients with alzheimer’s disease. *Memory*, Vol. 23, No. 3, pp. 340–349, 2015.
- [8] Wei Gan, Zhenyu Tu, Shiming Liu, et al. Model-as-a-service (maas): A survey, 2023. Accessed: 2026-01-31.
- [9] Keiko Kodama, Ryota Murate, Shun Hirai, Takuya Nakata, Sinan Chen, Sachio Saiki, Masahide Nakamura, and Kiyoshi Yasuda. あのとときカメラ：記憶障害支援のための一人称画像蓄積・検索システム. 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 125, No. 169, pp. 27–34, September 2025. LOIS2025-15.
- [10] Andrea Grattafiori, et al. The llama 3 herd of models, 2024. Accessed: 2026-01-20.
- [11] An Yang, et al. Qwen2.5 technical report, 2024. Accessed:

2026-01-20.

- [12] Nextcloud GmbH. Nextcloud, 2024. Accessed: 2024-12-19.
- [13] Oracle. MySQL, 2025. Accessed: 2025-08-05.
- [14] Raspberry Pi Ltd. Raspberry pi zero 2 w, 2024. Accessed: 2024-12-19.
- [15] Raspberry Pi Ltd. Raspberry pi camera module 3, 2024. Accessed: 2024-12-19.
- [16] Said Pertuz, Domenec Puig, and Miguel Angel Garcia. Analysis of focus measure operators for shape-from-focus. *Pattern Recognition*, Vol. 46, No. 5, pp. 1415–1432, 2013.

質問内容	システム使用前の回答	システム使用後の回答	分類項目
問1 実験期間中、誰かと会った日はありましたか。	はい	はい	変化無し
問2 会ったのは、いつ頃、どのような相手でしたか。	1/9 親族の女性A 1/12の16:00頃 町内の人B	1/9 親族の女性A 1/12の12:00頃 近所に住む女性C	訂正
問3 会ったときのことを詳しく教えてください。	女性A 実験の説明を受けた。 女性C 立ち話をした。	女性A 実験の説明を受けた。 女性C 物品の鑑賞を行った。 物品詳細、生活観と女性Cの人物像への言及	追加 具体化 連想
問4 実験期間中、買い物に行った日はありましたか。	はい	はい	変化無し
問5 買い物したのは、いつ頃、どこでしたか。	1/13又は1/14の10:00頃 スーパーA	1/14の10:00頃 スーパーA	変化無し
問6 買い物では、主に何を買いましたか。	品物1点	品物8点 品物の購入背景、決め手、金額への言及 購入後の調理方法への言及	追加 具体化 連想
問7 実験期間中、買い物以外に外出した日はありましたか。	はい	はい	変化無し
問8 外出したのは、いつ頃、どこへでしたか。	毎日 庭 1/13 近所	毎日 庭 1/13 近所	変化無し
問9 外出した目的は何でしたか。	庭の手入れ 1/13 散歩	庭の手入れ 1/13 散歩、ゴミの整理	追加
問10 外出時のことを詳しく教えてください。	果物を2種収穫した。 ゴミの整理をした。 外出理由、移動手段、感情への言及	果物を2種収穫した。 外出理由、移動手段、感情への言及 行動理由、習慣、交友関係への言及	具体化 連想
問11 1/14の昼食について教えてください。	具体的な食品4点	具体的な食品7点 食品の特徴への言及 昨日調理した食品への言及	追加 具体化 連想
問12 1/14の午後の行動を教えてください。	TV鑑賞	TV鑑賞をした。 木々の剪定、倒木の掃除をした。 木の種類の、剪定理由、交友関係への言及	追加 具体化 連想

表 5 想起課題の結果：被験者 A

質問内容	システム使用前の回答	システム使用後の回答	分類項目
問1 実験期間中、誰かと会った日はありましたか。	いいえ	はい	訂正
問2 会ったのは、いつ頃、どのような相手でしたか。	1/7 親族の女性A	1/7 親族の女性A 1/8 親族の女性B	追加
問3 会ったときのことを詳しく教えてください。	女性A 実験の説明を受けた。 女性B 一緒に食事をした。 具体的な食品2点、食べ方への言及	女性A 実験の説明を受けた。 女性B 一緒に食事をした。 具体的な食品4点、食べ方、会話内容への言及	追加 具体化
問4 実験期間中、買い物に行った日はありましたか。	はい	はい	変化無し
問5 買い物したのは、いつ頃、どこでしたか。	1/10の昼頃 スーパーB 1/10の昼頃 スーパーC	1/10の11:00頃 スーパーB 1/10の11:00頃 スーパーC	変化無し
問6 買い物では、主に何を買いましたか。	品物8点	品物9点 品物の購入背景、金額への言及 品物に関連するTV番組への言及	追加 具体化 連想
問7 実験期間中、買い物以外に外出した日はありましたか。	はい	はい	変化無し
問8 外出したのは、いつ頃、どこへでしたか。	毎日 庭	毎日 庭	変化無し
問9 外出した目的は何でしたか。	草花の手入れ	草花の手入れ 肥料の準備	追加
問10 外出時のことを詳しく教えてください。	水やりをした。	水やりをした。 肥料の準備をした。 関連する以前の会話への言及	追加 具体化 連想
問11 1/10の昼食について教えてください。	具体的な食品4点	具体的な食品5点 食べた理由や感情への言及	追加 具体化
問12 1/8の午前の行動を教えてください。	生花をした。 仏壇の掃除をした。 草花の手入れをした。	生花をした。 仏壇の掃除をした。 草花の手入れをした。	変化無し

表 6 想起課題の結果：被験者 B