

思考のための杖：一人称視点による認知症患者の思考支援システム設計における諸問題*

今井克暢 (広島大学)

概要 認知症患者の自立のための機器設計には「一人称視点」をエンジニアが持つ必要がある。自身の思考過程を支援するシステムを自ら準備し、来たるべき認知症に備える必要があり、本質的問題は「それを誰が何のために準備したかを忘却する時点が来る可能性」に集約される。支援システムはその時点を超えて機能するようにデザインされねばならない。その実現に関連する社会的な問題等も含め、実装を前提にした問題を提起する。

キーワード: 認知症、一人称視点、思考支援

1 はじめに

認知症の中核症状で想定される機能障害は、よく知られる記憶障害と場所や日時、他者との関係を見失う見当識障害、また日常作業のスケジュールリングができなくなる実行機能障害と、それが単純作業にも及ぶ失行、言語情報に関する機能を失う失語、基質異常がないにも関わらず感覚情報の入力を適切に処理できない失認など多岐に及ぶ可能性がある。しかし中でも初期から中期にかけてのアルツハイマー病では、特に短期記憶障害と、エピソード記憶の欠落が作業を続ける上で大きな障害になる。そのため、適切にエピソード記憶を記録し必要な時に適切に提示することができれば、記憶障害が始まって以降も思考作業を継続させることができるはずである。中核症状自体は少しずつ進行して本来急変することはないが、機能障害に起因するうつ症状や徘徊などの行動心理症状 (BPSD) と呼ばれる派生的な行動を引き起こす。しかし適切な思考作業支援を行えば BPSD を抑える効果も期待できる。

しかし、この問題を一人称視点で捉え認知症患者自身が利用するシステムを議論した研究はいくつか見られる¹⁰⁾ものの非常に少ない。特に、認知症と診断された患者または認知症を発症するかもしれないと予防的にこの問題に準備したい者にとって、工学的に可能なシステムを想定して、何を備えるべきか、近い将来に何が利用可能になるか、という問いに答える研究は著者の知る限りにおいてはほとんどない。見出されるのは認知症に関する支援システムの研究は、介護者の介護時における支援か、介護のトレーニングの支援が大部分を占める。

現状での認知症介護の文脈では高齢者はインターネットや IT 機器の利用に不慣れであることが前提とされている。しかし、今後、大多数が電子メール、SNS 等利用者である世代が高齢者となる。彼らというより「わたしたち」の世代が、「今この時点で若年性認知症を発症すると診断された時、日常行っている仕事や作業をできる限り長く続けるために自ら何を準備すれば良いか?」について、既存の IT 機器や備忘録の使い方について当事者が記述したものは見受けられる⁵⁾が、エンジニア視点での必要な支援ハードウェア、ソフトウェアのデザイ

ンに関しては、まったくと言って良いほど情報、研究がない。

四方ら⁹⁾は認知症患者のブログの文章の語彙数や文節数の変化を追跡し、語彙能力や構文能力の変化を調べている。英語圏での類似の研究と比べ当該患者の構文能力が比較的維持されているとし、PC の日本語予測変換機能が構文能力を維持するのに有益で、そのような補助機能が認知症患者の自己表現を広げると結論している。ブログによる自己表現に限らず、コミュニケーションのためのメール、SNS やスケジュール管理のための備忘録を記述し読解し続けられる時間を少しでも伸ばすことが重要である。本論文では、記憶能力と認知能力の低下を補い、文章の構成と読解を少しでも長く続けていくためにソフトウェアエンジニア視点で認知症に備えるために何を準備すべきかについて著者の過去のメーリングリストを用いた実験を元に以下で議論する。

2 作業過程と思考過程

われわれは日常、手帳や PostIt のような紙媒体にせよ、スマートフォン、PC のメモ帳やカレンダー等にせよ、本質的には文章やその断片を一単位として記録する備忘録を用いて日常作業を継続している。扱うべきデータが自らの記憶能力を超えるため、紙媒体の場合には、バインダやフォルダ等を用い、PC を使う場合にはフォルダやディレクトリ機能を用いてグループ化する。さらにバインダやフォルダは書架等によって、またディレクトリは階層化することで、項目に構造を与え、それらが保存されている場所への見当識を確保しつつ作業を継続することができる。また、細分化したデータのいくつかを同時に視野に捉え、短期記憶の要領を超えてもデータの間接関係を把握しつつ作業を継続できる。しかし、書類やファイルに記入される一単位が、章立てされずに均質で長い場合には、われわれは容易にその見当識を失う。資料一単位の粒度が各自の短期記憶に依存した適切な長さに断片化され、各断片の関連が簡潔に記述または記憶されていることが全体の理解に重要である。また、資料に下線を引いたり付箋をつけて読む習慣のある人は、それらが無くなれば書かれた内容を後日再利用する場合には非常に時間がかかるだろう。これもある種の見当識の喪失と考えることができる。われわれがなんらかの思考作業を行うことは、断片化された複数の文章と、自分が長

* 本研究は CIHCD2019³⁾ に既投稿のものである。

期記憶から参照可能なデータを付き合わせ、新たな文章の断片を構成することである。構成された文章の断片は、短期記憶に残り、直後に次の作業のための一断片となるか、長期記憶に移行するか、書類やファイルに記述されるか、のいずれか、またはそのすべてとして利用される。この一単位の作業を繰り返すことによって接続した文章を生成することを本論文では作業過程と呼ぶ。しかし単にこの生成作業を続けるだけでは均質な文章を作ってしまう。作業を続けるうちに見当識を失ってしまう。そこでわれわれは、この生成作業と並行して段落を作ったり、共通するものを集約したりしてグループ化を行う。グループ化において共通する事項を文かその短編で表現し題目やタグとして付与する。さらにそのタグをグループ化したり、複数のタグを(場合によっては複数の文章の断片)つき合わせて新たなタグや文章を作ることを繰り返すことで見当識を保持しつつ作業を続ける。

作業の結果としてわれわれは一日の日誌や、一件の書類や本などを作成する、それらからは例えば各断片が作られたときに参照した他の断片との関係やその時刻などの情報はすべて欠落している。しかしわれわれは、各断片を読み進める時に、自身の長期記憶の情報とを短期記憶(またはそこから長期記憶へ逐次移行していく情報)の助けで組み合わせることにより、ある程度は記述時の作業過程を再現しながら内容を理解することができる。そのとき、断片に割り当てられた時刻の前後関係を意識していることが、因果関係を把握して作業過程を読み進める時に大きな役割を果たしているように思われる。認知症が進行し時間的な見当識が失われてくると、項目の前後関係や因果関係の把握に時間的な関係を援用できなくなり、それが大きな障害となっていると考えられる。例えば、定期的に繰り返される会議に関する題目のついたメールを電子メールアプリで検索して列挙したリストから、日付がすべて失われた事態を考えれば、実はこのような時間に関する見当識障害は、健常者でも理解できる延長線上にあると言える。逆に、複数回の定期会議にわたって議論されたある議題を電子メールアプリで読み取ることの困難さを考えれば、内容が適切に階層化やタグ付けされておらず、単に時刻で列挙されただけ資料もまた、見当識障害を起こす。このような観点から、近年 GTD (Getting Things Do)¹⁾ と呼ばれる双方の見方を併せ持つカテゴリーの情報整理ツールが利用されるようになってきているが、われわれが必要なものは、認知症を発症後にも継続して使い続けることができる GTD システムのようなものであろう。

ただ以下のような非常に厳しい制約が課される:

1. 数十年間にわたってデータを維持できるシステムであること:
もしも依存しているシステムが更新停止になったら、データをブートストラップで新システムに移行しなくてはならない。汎用データフォーマットで特殊なフォーマットに依存できない。

2. システムはマルチモーダルであること:
視聴覚機能を失うかもしれないし、失語を起こすかもしれない。
3. 受動的なライフログとしての機能を併せ持つこと:
本人が自発的に「文章化」「構造化」することを失念する、またはその意思を少しずつ失なっていくと想定される以上、システムは積極的にそれらの作業に介入する機能を持つ必要がある。
4. そのシステムを「忘れる」可能性に対処できること:
記憶障害が進行し、ある時点でそのシステムを自分が自分の作業過程を維持するために準備したこと自体を忘却する可能性が高い。場合によってはシステムの意味を理解できず遠ざけようとするかもしれない。その時点を超えてシステムは機能し続ける必要がある。

認知症患者の日常生活(作業)を記録、タグ付けし、記述分析する研究は多数みられる^{2), 4)}が、それらは介護者が利用するか、介護者の補助下で本人が利用する場合に限られ、本人が直接利用する観点の研究は非常に少ない。そこで、まず次章において、上述の電子メールアプリにおける見当識の保持に関して、われわれがかつて行なった実験に関して述べ、その手法を認知症による見当識障害の克服のために利用するためには、いかなる拡張が必要かを説明する。

3 グループ作業用メーリングリスト

われわれは以前、前節で述べたような、複数の議論を並行して行ったり内容が変化しても「見当識」を失わないための実験をメーリングリストを通じて行った²⁾。本節ではそのメーリングリストについて述べる。電子メールは日付と名前が自動的に挿入されメールサーバに蓄積される。メーリングリストは登録ユーザの間で共有されるメールによる「ライトワンス」なもつとも簡単なデータベースと考えられ、そのプロトコルは POP から IMAP、また通信路や本文の暗号化に種々の方法が導入されているものの、レガシーなコミュニケーション手段として今後も維持し続けられる可能性が高い。またメンバー全員にコピーがメールとして配布されるため、いったん蓄積されたデータはディスククラッシュなどで完全に失われる危険性が非常に低い。そのため、長期にわたるグループでの議論のためにメールを採用した。従来のメーリングリストにおいてはメールアドレスによって議論のテーマを分ける場合が多いが、われわれは各メールに投稿順にシリアル番号が割り当てられる単一のメーリングリストに内容を問わず書き込む。しかし単一のメーリングリストであるにもかかわらず、投稿用メールアドレスはプライバシーレベルの異なる二つ (omote, ura) があり、omote は外部公開可能、ura はグループのプライベートな内容のために用いた。すなわちメーリングリストのアドレスを複数用意することにより、ある特定のグループだけに対してメールを出すことができるようになってきている。また、データベースの要素としての再利用

を容易にするため、メールのテキストに対していくつかの制約を課している。本メーリングリストでは、データの基本単位はメールではなく、高々3個のサブジェクトを持つひとつのテキストブロックである。サブジェクトは、セクション、サブセクション、サブサブセクションを示す記号「・」とID付きのキーワードの組み合わせによって構成される (Fig. reffig:mailoutline)。

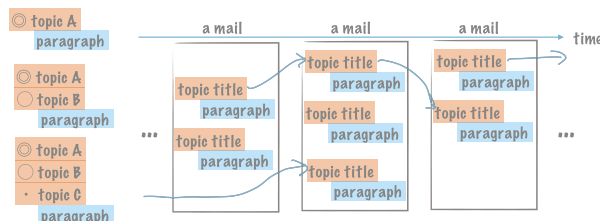


Fig. 1 投稿されるメールの構造

Fig. 1のように異なるプライバシーレベルを持った複雑な引用関係を追跡でき、公開可能な部分を適切に分離することができる。同じプライバシーレベルや高いプライバシーレベルの引用は問題を起こさないで、唯一高いプライバシーレベルから低いプライバシーレベルへの引用のみに注意を払えばよい。

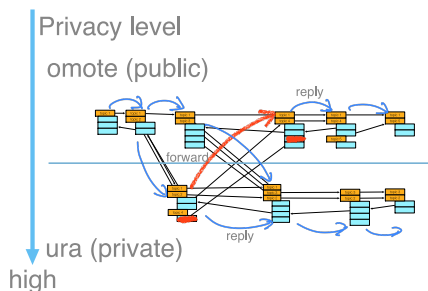


Fig. 2 プライバシーレベルの異なるメールによる引用関係の例

ひとつのメールは複数のサブジェクト付きテキストブロックを持つ。また別の文書からの引用時に引用先を指定するプロトコルがある。これらの規約のため、簡単な処理によりテキストの接続関係を自然に反映したHTMLファイルに変換できる。

実際のメールの例を Fig. 3に示す。また、HTML 変換後の WWW ブラウザによる表示例を Fig. 4に示す。引用部分を自由にたどることができるので、議論の流れを見失わずに過去のログを参照することができる。omote と ura というアドレスでグループ内だけのプライベートな内容が否かを分離していることと、メールに引用関係を明示しているため、HTML への変換時にプライベートな記述の部分や著作権に抵触する引用部分とそれ以外を分離でき、グループ以外の他者と公開部分を共有することが可能である。

メーリングリストに投稿されたメールは Fig. 6のよう

```
From oops-adm@atsuki.ics.es.osaka-u.ac.jp Sat Sep
Message-Id: <199609061403.XAA02365@atsuki.ics.es.os.
From: imai@ke.sys.hiroshima-u.ac.jp (Katsunobu IMAI)
Reply-To: oops@atsuki.ics.es.osaka-u.ac.jp
To: oops@atsuki.ics.es.osaka-u.ac.jp
Subject: re:ino are neta
Date: Fri, 6 Sep 96 23:03:33 +0900
Errors-To: oops-adm@atsuki.ics.es.osaka-u.ac.jp
X-Ml-Posted: Fri, 6 Sep 1996 23:03:04 +0900
X-Ml-Name: OOPS Mailing List
X-Ml-Counter: 3657
```

これも omote に移そう。

- ◎ 生体・理工学シンポジウム[ki 1358]
- パーチャル実験室[ki 1359]
- ・ AltaVista[ki 1365]

```
<a href="http://keip.ke.sys.hiroshima-u.ac.jp/export
第11回 生体・理工学シンポジウム</a>
まったく、つくづくもっと熱烈に断るんだったと
後悔しきりだが (笑)
```

ここ一週間ぐらい悩んでいたのだが、全然ちが
あかない、何にも思いつかないのだった。

ともかく、基本は AltaVista[ki 1365]みたいな
Web 検索サーバの検索結果に何らかの小細工を入
れて、ちょっと便利なものにするという方針で
あるのだが、もう締め切り近いのになんにも手
がなくて本当に困り果ててしまったわけだ。

他に打つ手がないので、また例によって誰かれ構
わず「突然失礼します」攻撃をかけて、戻ってき
た返事のメールを参考に現状を打破しようと、い
ろいろ悩んでいるわけだが

Fig. 3 投稿されたメールの例

Fig. 4 HTML 変換後の表示例

なセクションに付けられたキーワードによる関係と、テキストの引用による関係によるグラフ構造を持ち、時間軸方向には1メールによるセッションと議論のまとまりとしての複数メールにまたがるクラスタと呼ぶ構造を持つ。

われわれはこのメーリングリストを1992年から2005年の13年間にわたり運用した。総メール数は6504、キーワード数4115、キーワード間リンク数 (Web データ変換後) 19779、引用被引用リンク数19880、外部参照URL数1566となっている。このメーリングリストのログをwebブラウザで参照できるwebサーバを構成した

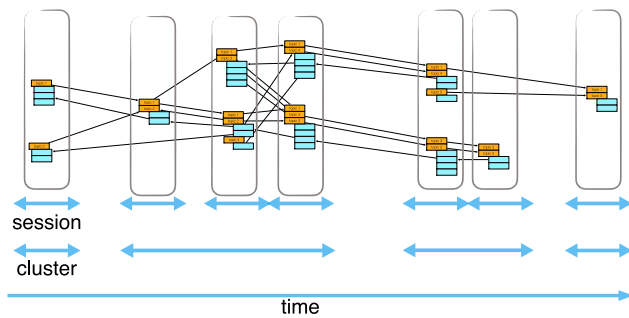


Fig. 5 メールトピック間リンクとセッションの構成例

結果、日付キーワードによる全探索だけでなく、キーワード間の推移や引用関係の順または逆探索を含めた多彩な検索機能を持つ備忘録として使用することができた。また、ブラウザでのアクセス履歴を記録し、キーワードや引用の推移を追跡することで、読書時のパターンを記録することができた。

われわれは、このメーリングリストに何を書いても構わないことに着目し、「予定」セクションにイベントのサブセクションを作成したり、「引越し」というセクションに「住所」サブセクションを作成し引越し先の住所を記入したりするようになり、ライフログのような利用形態になった。自らのエピソード記憶のキーワードによるネットワークを形成し、対応する場所に多数の外部リンクを保持することで、外界の情報に対する自らの「知識の家」とでも呼ぶべきものになっている。これは Toffoli による *knowledge home*^{6, 7)} の著者らの解釈による実現例とも言える。見当識を失わないためにはこの「知識の家から引っ越さない」状態を維持することが必要である。

4 認知症に備えるためのライフログ

認知症患者の特定の作業を支援するためのシステムに関する研究はあっても、包括的な思考支援に関するシステムの提案がないのは、症候群としての認知症が想定しなければならない中核症状による認知能力低下が多岐にわたることと、支援すべき作業の特定が難しいことにあると思われる。そこでわれわれは、前節で述べたメーリングリストによる作業記録を続けることを支援する問題を考える。支援すべき中核症状に関しては、短期記憶の縮小と日々の認知変動の2点に対処することを想定する。

考慮せねばならない点は以下の3点である。

1. データのプライバシーレベル
2. マルチモダリティ
3. 認知変動への対処

データのプライバシーレベルに関しては、メーリングリストの投稿アドレスを *omote*, *ura* だけでなく、関与するユーザの組み合わせや公開可能な範囲に合わせて追加することで対処できる。現実的なセキュリティーの問題は多数想定できるが、メールの暗号化のための proxy

プログラムを用い、関与するユーザごとに割り当てられた ID ベースの暗号化を用いメールサーバへの投稿時に暗号化されていると考えれば良い。マルチモダリティは重要な課題である。将来、視覚、聴覚を失う、また、四肢麻痺になる可能性もある。そのときメールと web ブラウザは「枯れた」システムであるため、読み書きするための方法が提供されている可能性が高い。

1,2 に関しては簡単に触れるにとどめたが、もっとも重要な 3 に関して次に説明する。認知変動に関する問題はおおむね以下の点に分けられる。

1. 探したい情報をログから検索できなくなる
2. メールのログを読んで内容を把握できなくなる
3. メールを作成でき(書け)なくなる
4. 検索すべきという動機を失う
5. メールログ自体の存在を忘れる
6. メールログ自体を誰が何のために準備したかを忘れる

まず、ここに挙げた問題点は徐々に起きる場合も突如起きる場合もありうる。また、認知変動により、時間帯によって起きたり起きなかったりする可能性もあろう。われわれの世代はスマホに代表される IT メディアに深く依存した生活を送っておりその利用パターンは Apple iOS のスクリーンタイムのように既に記録されており、それらのデータを援用することでユーザの認知変動をある程度推定することは十分可能であると思われる。また、本システムのログをキーワードをたどりながらブラウズする行為を追跡することも認知レベルの推定に利用できるであろう。そのようにして推定された、ログを読んで内容を把握できる能力のレベルを本論文では認知レベルと呼ぶ。

認知レベル [0,1] の範囲の数値でメールを作成する時にパラメータとして添付される。後日そのメールが参照される時に内容の信頼性を判断する時に利用する。また、システムはメールの各パラグラフに想起レベルと呼ぶ [0,1] の範囲のパラメータとタイムスタンプの組を付与する。想起レベルはパラグラフの内容を想起できる度合いの推定値であり、システムが推定するごとにその時刻のタイムスタンプとともに各パラグラフのプロパティとしてリスト化して記録される。認知レベルが十分に 1 に近い場合に作成されたメールでは、その時点で内容を把握しているという意味で 1 を記録する。本システムの主要な目的の一つは自国を与えた時に各パラグラフの想起レベルを推定することである。想起レベルを縦軸としたパラグラフのなすグラフの例を Fig. 6 に示す。

ログ表示システムは全域的な想起レベル推定の信頼性を上げるために、ユーザがログの個々のパラグラフを参照する機会ごとにそのパラグラフのその時点での想起レベルを校正しタイムスタンプ付きで追加する。ユーザがそのパラグラフに到達し次のリンクを辿るまでにかかる時間とページスクロール情報などを総合することでかなり適格な想起レベルの推定値を求めることができると予

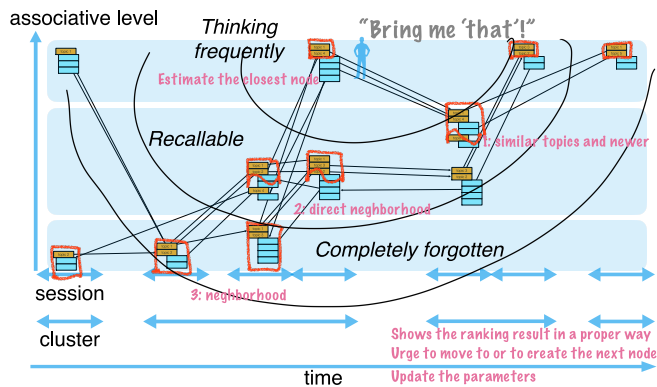


Fig. 6 図6の例への連想レベルの導入

想している。認知レベルがある閾値より下がるとログの表示システムは読み手が内容を把握しているかどうかを積極的に問い合わせる方策を取る。ダイアログを出すなり、音声で返事を促す等の工夫が可能であろう。結果として、システムはログの全空間と時間にまたがる想起レベルの推定関数を常に最新のものに更新し続ける。

システムは1の問題に対して、ユーザーの提示するキーワードや季節などの絞り込み情報だけでなく、この推定想起レベルを援用して検索結果の候補リストを作成する。覚えているのに出てこない、またはうる覚えなのに出てこないというもどかしさのレベルを検索リストに反映することが可能になる。

2の問題に関しても推定想起レベルは有用である。想起レベルが1に近いパラグラフはパラグラフに添付されたキーワードの組みから容易に内容が連想可能である場合が多い。逆に推定想起レベルが0に近いパラグラフはそれを読み返さないと内容を思い出せない可能性が高い。この差を用いて、推定想起レベルが高いパラグラフはキーワードのみ、または要約処理した短い文章のみを表示することで何ページにも渡る構造を持つ文章をコンパクトに「エンコード」表示することで、スクロールせずに見当識を失わず把握できる内容を拡張することで対処する。もちろん常にうまくいくとは限らないが適切なエンコード表示によって短期記憶の縮小に対抗して読み取る能力を持続できる可能性がある。

3の問題に関しては、自分以外に自分に変わってメールを投稿するエージェントをシステムが準備する。エージェントのアドレスは認知レベルがある閾値以上の場合は自分とは別のメールアドレスからの投稿として表示されるが、ある閾値を下回ると自分のメールアドレスとアドレスとして表示される。システムは例えば、請求書を受け取ったら「請求書」としてパラグラフを追加するというようなユーザーが日常定期的に行う投稿を抽出し、ユーザーがそれを行わなかった場合で認知レベルが閾値より高い場合にはユーザーに投稿忘れを警告する。認知レベルが低い場合にはエージェントに投稿させる。その後認知レベルが回復して、その書き込みを見た時に適切に認識

できたことが確認されれば、そのパラグラフの想起レベルを高い値に設定することで、ユーザー自らの行為として扱えるようになる。

4が顕在化する頃には、投稿の大部分はエージェントによるものになっている可能性が高い。システムは、ARデバイス、サイネージパネルへの積極的な表示や音声などの手段で積極的にログに着目する機会を増やすようにユーザーに対して働きかけているはずである。その時も推定想起レベルを用い、とりあえずユーザーが想起可能なことを中心に提示することを試み、それを受けてユーザーが想起したことを推測し、パラグラフグラフのどの位置に近いかを推定する。推定想起レベルでリストされた中から、その時の認知レベルで可能な範囲で新しいタイムスタンプのパラグラフのノードを優先して提示することで、ある特定のパラグラフのループを抜けるための手助けをする。

5と6はかなり本質的な問題を含む。5は単に定期的にログを見るようにシステムが促せば良いが、問題は6である。例えば、システムが自分の過去について「知っている」ことを不審に思い敵対的な対応をする可能性もある。また、提示したパラグラフによって思い出したくないことを思い出すことにより、望まない周辺症状を引き起こすきっかけになる可能性もある。システムはそのような望まない状態を抜けるまではカモフラージュして回避する以外にないだろう。もちろんエージェントは家族や介護者に対して連絡をし手助けを求めることはできるはずである。その後、望まない状態を回避したら、関連するパラグラフは候補リストに上がりにくくなるようにパラメータを調整することで対処する。6の段階に達した後は、システムはどんな情報を提示する時にも常にこのシステムが自分が準備したものであることを提示しつづけることが最重要であり、それを伝える以外の「余白」に今ユーザーが想起した内容に関連した内容を提示することになるだろう。

5 終わりに

認知症の短期記憶の縮小と認知変動に対処して利用し続けることが可能な情報システムについて、パラグラフ単位で構造化したメーリングリストを例に説明した。現状の認知症対策は高齢者がITシステムに不慣れであることを前提としていることが多いが、今後、スマホ利用やSNSを日常的に利用している世代が対象となる。ここではわれわれの実験的メーリングリストのメールアーカイブを例に用いているが、メールやツイート、ブログなどある種のライフログとして利用可能なデータを蓄積しているインターネットユーザーの存在を想定できる。認知症を発症するまでに、彼らの持つデータを各自にとって内容を適切に追跡可能な形式で再構成し、プライバシーを切り分けて保持拡張できるようにしておけば、彼ら自身にとって有益であるだけでなく、発症後に家族や介護担当者に必要な部分を適切に提示することができ、より良い介護を実現する上でも有益であると思われる。また、

認知レベルや連想レベルを推定しプライバシーレベルを適切に設定運用することで「認知症バクッター」となるリスクを回避することができるかもしれない。本論文に収めることができなかった諸般の問題やさらなるシステムの拡張等についてのサーベイや関連資料が <http://home.hiroshima-u.ac.jp/imai/> にある。

本論文で指摘したパーソナルデータの想起レベルと認知レベルに合わせて提示すべきデータの要約の度合いを変化させる手法は、認知症に限らず、高次脳機能障害や発達障害、うつによる複数タスクへの注目度の切り替えの困難さなどの問題にも有益かもしれない。いずれにせよ本論文で提示したシステムの振る舞いは、極めて個人的な記憶に依存した、その個人にしか意味をなさないコミュニケーションの「符号化」と言える。これは、いわゆるユニバーサルデザインとは対極にあるが、このようなアプローチは重要性が増していくと思われる。

参考文献

- 1) Allen, David: Getting Things Done: The Art of Stress-Free Productivity, Penguin Books, 2001.
- 2) 今井克暢: World Wide Web の検索を支援するシステムの構築, 第 11 回生体生理工学シンポジウム論文集 BPES'96, 49-52, 1996.
- 3) 今井克暢: 思考のための杖: 一人称視点による認知症患者の思考支援システム設計における諸問題, みんなの認知症情報学会第 2 回年次大会 (CIHCD2019) インタラクティブ発表, 2019.
- 4) 松下広樹, 黄宏軒, 川越恭二: スマートフォンを用いた生活情報の自動インデキシングによる認知症者の記憶支援, 情報処理学会第 74 回全国大会, 4-333-334, 2012.
- 5) 佐藤雅彦: 認知症になった私が伝えたいこと, 大月書店, 2014.
- 6) Toffoli, Tommaso: A Man and His Computer: An Issue of Adaptive Fitness and Personal Satisfaction, *Unconventional Models of Computation Third International Conference, UMC 2002*, 86-86, 2002.
- 7) Toffoli, Tommaso: A Knowledge Home: Personal knowledge structuring in a computer world 2004, Preprint, <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.69.4021rep=rep1type=pdf>
- 8) 安田清: 小型ビデオ機と音声認識による認知症者の生活情報記録検索支援システム, 人工知能学会全国大会 2010.
- 9) 四方朱子, 荒牧英治: 言語能力検査としての言語処理: 長期間のブログ執筆を継続した認知症の 1 例, 言語処理学会第 20 回年次大会発表論文集, 1126-1129, 2014.
- 10) 吉武宏, 二瓶美里, 武澤友広, 石渡利奈, 井上剛伸, 鎌田実: 認知症者のための電子日記システムの開発, 日本機械学会生活生命支援医療福祉工学系学会連合大会 2010 講演論文集, 400-403, 2010.