

卒業論文 2020 年度 (令和 2 年度)

## ADLogger: 日常生活動作の為のタスク別時間記録システム

指導教員

慶應義塾大学環境情報学部

中澤 仁

矢作 尚久

楠本 博之

中村 修

高汐 一紀

Rodney D. Van Meter III

植原 啓介

三次 仁

武田 圭史

慶應義塾大学 環境情報学部

助川 友理

*suke@ht.sfc.keio.ac.jp*

## 卒業論文要旨 2020 年度 (令和 2 年度)

### ADLogger: 日常生活動作の為のタスク別時間記録システム

#### 論文要旨

私たちは時間を指標に生活が続けており、時間管理を心がける場面は公私双方様々な場面で存在する。特に 朝の支度準備など個人管理の面で時間管理を意識する事は重要である。一方で、「逆算の甘さ」が原因で時間管理に苦手意識のある人は多い。

本研究では正確な行動時間把握を目的とするシステム「ADLogger」を提案し、時間管理において重要となる「感覚に依存した見積もりの誤差」「バッファの不備」を回避する事で時間管理行動に対する苦手意識や行動の変化を与える事を目指す。具体的には実測値の平均時間及び余白時間を元に合計時間予測を提案する。「ADLogger」では実測値の記録及び標準偏差の信頼範囲に基づくバッファを考慮した必要時間自動計算機能を搭載している。「ADLogger」導入前後で見積もり時間や苦手意識の変化が現れるかを調査すべく大学生 20 名を被験者として約 4 週間に渡る評価実験を行った。

結果全ての被験者においてタスク・総合時間の時間もしくは % 比において実態の時間が見積もりの時間予測に合いやすくなり、全体の実測値の分布のばらつきを縮小する効果が示唆された。

#### キーワード

時間知覚 (認知), 遅刻, 行動変容, メタ認知, セルフマネジメント, Well-being Computing

慶應義塾大学 環境情報学部

助川 友理

## **Abstract of Bachelor's Thesis Academic Year 2020**

### **ADLogger:Behavior Modification for ADL Time Management**

#### **Abstract**

There are many situations in which we need to care about time management, both in public and private life such as getting ready in the morning. However, there are many people who are not good at time management because of lacking extra time as buffer.

In this study, we propose an iOS application “ADLogger” that aims to estimate the time needed to complete a task. “ADLogger” is a system that expects how much time you may spend to the task and define the accurate buffer according to your time log data to avoid ”errors in estimation depending on the senses” and ”inadequate buffers,” which are important in time management. Plus, the system is designed to manage time by including sufficient margin time in objective measurements and preparation time.

In this study, we conducted a four-week evaluation experiment with 20 university students to investigate whether the estimation time and the sense of difficulty change before and after the introduction of this system.

The results suggested that the system reduced the variance between the estimation time and the actual time. On the other hand, some of the subjects reduced the estimation time in the direction of reducing the margin, and the large individual differences remained as problems. In the future, it will be necessary to change the functions and optimize the estimation time according to the type of user.

#### **Keywords**

**Time Perception, Tardiness, Behavior Modification, Metacognition, Self management, Well-being Computing**

**Keio University Faculty of Environment and Information Studies  
Yuri Sukegawa**

# 目次

## 図目次

## 表目次

# 第 1 章

## 序論

本章では、はじめに本研究における背景を述べる。ついで、問題意識および本研究の目的を述べる。最後に本論文の構成を示す。

### 1.1 背景

時間は出来事や変化を認識するための基礎的な概念である [?]. 時間は学術の対象としても多く扱われており、芸術、哲学、自然科学、心理学など幅広い分野で研究が行われている。

産業革命後以降において、生産性を高めるべく時間を一資源と考え時間管理方法を検討する議論が高まった [?]. プロジェクト管理においては「感覚に依存した見積もりの誤差」「バッファの不備」による計画の失敗を非常に懸念する [?]. こうした失敗を避けるべく現在のプロジェクト管理は主に 1940 年代から考案された多くの手法やフレームワークを参考にし実際のビジネスに応用する動きが多くみられる [?].

また、近年では生産性だけではなく時間管理能力と個人のパフォーマンスやストレスと言った関連性を考える研究も存在する。例えば表??の様にそれぞれ定義した質問紙を用いた研究では [?] 時間管理能力の高い人はパフォーマンスの高さ [?][?][?] やストレスの低さ [?] も伴うという仮説が立てられている [?].

表 1.1 時間管理の定義 [?]

Macan(1994)	Britton&Tesser(1991)	Bond&Feather(1988)
時間を管理するための技術	知的な生産性を最大化すること を意図した実践	個人が自身の時間を どの程度構成し 目的にかなった様に できているかと知覚している程度
Time Management Behavior Scale	Time Management Questionnaire	Time Structure Questionnaire

時間管理は朝の支度準備など個人管理の側面において時間を管理する機会は日常生活の中でも数多く存在する。しかし個人による時間管理は完璧であるとは言い難い。例えば文京学院大学による遅刻の状況の調査によると授業・友達の待ち合わせ共に「逆算の甘さ」によって遅刻すると考えている人が多数を占める [?].

## 1.2 目的

逆算を補助する事で個人の時間管理の精度を向上させ、時間管理能力やパフォーマンスの向上及び苦手意識やストレス軽減といった精神面に効果が期待できる。本研究は朝の支度準備における時間管理の失敗に関する仮説を提案・分析した上で、行動時間の実測値記録及び必要時間の簡算出補助を提案し時間管理の精度向上や苦手意識・行動に対し変化を与える事を目的としている。

## 1.3 構成

本論文は、本章を含め全 8 章からなる。本章では、本研究における背景と目的を述べた。第 2 章では、関連研究を整理する。第 3 章では、これまでに開発してきたシステムとその評価結果について説明し、本研究における問題意識について述べる。第 4 章では、本研究における要件を述べ、本研究で提案するシステムの概要について説明する。第 5 章では、本システムの設計について述べる。第 6 章では、本システムの実装について説明する。第 7 章では、本システムで得られたデータから評価を行い、考察について述べる。第 8 章では、本論文の結論と今後の展望について整理する。



## 第 2 章

# 日常動作と時間管理

本章ではまず関連研究や用語の定義，先行研究及びアプリケーションの先行事例を示す．その後問題点を洗い出し，予備実験に関して述べる．

### 2.1 時間管理の定義

時間管理の定義は多岐にわたる．著名なものとして Lakein の定義 [?] が挙げられる (表 ??). Lakein は個人管理という位置付けで時間管理に言及し，下記の 4 項目に則り時間管理を遂行していく重要性を説いた．

表 2.1 Lakein による時間管理の定義

1	すべきことを決定する
2	達成するための目標を設定する
3	優先順位を決める
4	取り組む課題のプランニングを作る

Claessens らは，先行研究の定義を俯瞰した上で，時間管理を「目標を達成するために時間を効果的に使用する行動」と定義し時間管理の行動を更に以下の 3 つに分類した [?](表 ??).

表 2.2 Claessens et al. による時間管理の定義

時間アセスメント行動 (time assessment behavior) : 過去，現在，未来の時間を認識し，時間の使い方に関して認識する事
プランニング行動 (planning behavior) : 時間を効率的に使用する事を目的とする事
モニタリング行動 (monitoring behavior) : 行動中における時間の配分のモニタリング・不測の事態へのリスクヘッジ等

## 2.2 時間管理の先行研究

時間管理研究は大きく分けて時間管理がもたらす効果の研究と時間管理能力に関する研究の2種類に分けられる。時間管理能力の研究では主に見積もり時間の精度に関して議論されている。与えられた課題の時間 [?] や経験の有無 [?] などと言った見積もりの精度は大きく分けて課題に対するものと時間評価における知覚時間の歪み [?][?] など被験者の個人差によるものの2種類存在しているが、原因として記憶との関連性が考えられている [?].

正確な見積もりを計算する手法は主に大規模プロジェクト向けに提案される事が多い。例えばPERT(Program Evaluation and Review Technique)では個々のタスクの見積もりを予測する手法である「三点見積もり法」が考案されている。三点見積もり法はタスク完了に要する時間の最良見積もり(期待時間)値を  $T_E$ 、タスク完了に必要な最小時間の予測(楽観的時間)を  $O$ 、タスク完了に必要なと思われる最頻値の見積時間(最確時間)を  $M$ 、タスク完了に必要な最大時間の予測(悲観的時間)を  $P$  とすると、数式(??)の様に見積もりを行う。ただし、三点見積もり法は参加者が複数人いる長期の大型プロジェクトに対する適切な管理方法であり、参加者の多くないプロジェクトでは最可能値だけを使用した見積りのほうが正確である場合がある [?].

$$T_E = (O + 4M + P) \div 6 \quad (2.1)$$

## 2.3 時間管理の評価方法

時間管理の評価手法は複数存在する。例えば被験者に時間の長さを教示し、その長さを産生させる時間産生法(時間作成法)(time production)、被験者が時間を経験した後に体験時間を再生させる時間再生法(time reproduction)、経過した時間間隔を言語的に評価する言語的時間評価法(verbal time estimation)などがある [?][?]。

## 2.4 時間管理補助システムの分類

日常生活動作(Activities of Daily Living ; ADL)とは、人が日常生活において繰り返す、身の回りの活動や動作のことである。具体的には、身の回りの動作(食事、更衣、整容、排泄、入浴の各動作)、移動動作、その他生活関連動作(家事動作、交通機関の利用等)を指す [?]。朝の準備支度は日常生活動作が複数集まったものであると言える。今日では日常生活動作を基調とし、身近な時間管理をサポートするシステムが複数開発されている。まず、身近な時間管理をサポートするシステムにはトップダウン式のものとはボトムアップ式のものがある。トップダウン式は予め秒数が固定されたルーティンに沿って時間を遂行する事を補助するものであり、例えばルーチンタイマー [?] (図 ??) やポモドーロテクニック [?] などが挙げられる。

一方、ボトムアップ式はタスク毎の経過時間、若しくは時間の使い方の傾向を可視化する事を主眼としているものである。ボトムアップ式の時管理システムは図 ??の様に大別が可能である。尚、図中の定義された「長期・短期」の区分は時間管理質問紙 [?] に則った。

過去型は行動をタスク別に計測を行う事で過去自分の使った時間を記録し、可視化する事で振り返りに役立つシステムである。例えばストップウォッチとメモ帳を組み合わせた Stop&Note [?] や日毎の時間傾向を可視化するたすくま [?](図 ??)) といったシステムが挙げられる。

現在型はある時間からの経過時間を可視化する事によって現在の経過時間把握を補助するシステムである。所謂ストップウォッチは勿論の事，例えば時間の流れをイラストで表現するもの（ねずみタイマー [?](図 ??)) や時間把握の精度をミニゲームに昇華させたもの [?] などが挙げられる。

未来型は行動をタスク別に計測する事によって自分の時間傾向をシステム側が把握し，未来自分がどうなるかを予測するシステムである。この方向性を持つシステムは他の型に比べ現在限られているものの，例えば WillDo[?](図 ??) が挙げられる。WillDo は一日の行動を記録することによって，特定のプロジェクトが目標達成までに毎日どれだけかけるべきかを提示する。



図 2.1 ルーチンタイマーの行動設定例 [?]

	過去	現在	未来
短期の計画	過去の経過時間を可視化するもの (例) Stop&Note	現在の経過時間を可視化するもの (例) ねずみタイマー	経過時間の傾向から未来を予測するもの ×
長期の計画	過去の経過時間を可視化するもの (例) たすくま	現在の経過時間を可視化するもの (例) たすくま	経過時間の傾向から未来を予測するもの (例) Will Do

図 2.2 ボトムアップ式の時間管理システムに関する分類

## 2.5 先行研究からの問題意識

学術面として最適な見積もりを考える手法は大規模なプロジェクト向けのものが多く、日常生活動作向けに個人管理として使えるものか十分な検証はなされていない。特に時間評価は日常生活動作を評価する 30 分から 60 分規模の研究が乏しい上、見積もりの誤差が小さくなればどういう効果が現れるかに対して検証する研究はなされていない。またアプリケーションにおいても図 ?? が示す様に短期間における自分の時間傾向を予測する（未来型）のものは無い。

## 2.6 予備実験

### 2.6.1 予備実験の概要

本研究に先立ち、時間の逆算の甘さという現象を実測で分析する予備実験を慶應義塾大学大学生 20 代男女 9 人を対象に 7 日間行った。まず、被験者にインタビューを行い、時間管理に対し苦手意識があるグループと無いグループの 2 つにグループ分けを行った。今回 9 人中 6 人の被験者は朝の時間管理に対し苦手意識があると答えた。次に、遂行タスクを todo リスト形式で事前登録を行ってもらった上で図 ?? の項目を被験日時までに被験者に予想して貰った。また、総所要予測時間 1 を  $T_1$ 、総所要予測時間 2 を  $T_2$ 、理想の外出時刻を  $I$ 、外出時刻のタイムリミットを  $L$ 、支度開始時刻を  $B$  と置いた時の数式 ?? 及び数式 ?? を用いて被験者に対する質問項目から必要時間の予測を行った。最後に、タスク別記録アプリケーションを用いて朝の外出準備行動に関するタスク毎の必要時間予測と実測の比較を行った。タスク別記録アプリケーションは予備実験の為に作成された iOS アプリケーションである。TODO リスト形式でのタスク名登録、タスクの総時間計測、コラム毎のストップウォッチを用いた各タスクの経過時間の記録が可能である。（表 ?? 参照）

$$T_1 = I - B \quad (2.2)$$

$$T_2 = L - B \quad (2.3)$$

表 2.3 被験者に対する質問項目

1	支度開始時刻
2	外出時刻 (理想時刻, 外出時刻のタイムリミット)
3	必要タスク
4	タスク別所要時間

### 2.6.2 実験結果

計測日数が 0 日だった 6 名 (内時間管理に苦手意識のある被験者は 5 名) を分析対象から除外し、有効回答者 3 名 (内時間管理に苦手意識のある被験者は 1 名) を分析の対象とした。以後被験者 A, B, C, と供述する。被験者データとしては被験者 A のみ苦手意識があり、被験者 B のみ 3 日間、それ以外が 1 日間のデータ

が得られた。図 ??, ??は横軸を被験者名，縦軸を予測時間と実際の時間の差分を可視化したものである。日常生活動作において被験者 A, B, C は最大 3 分以上認識の誤差が生じていた。両者グループを比較した際は，A の方がより誤差の範囲が大きかった。

また，被験者によっては時間の計画の時点から不備が発生している日もあった。B においては日常生活動作毎の予測時間の合計が予想準備時間（支度開始見込み時刻 - 第一理想時刻）を超えており，計画面から間に合わない計画を立てていた。（事実その日は第一理想時刻には間に合わず，第一理想時刻と第二理想時刻の間に外出していた。）

## 2.7 狙い

3.2 で行った実験の結果から，「逆算が苦手」の定義は複数人規模のプロジェクト管理でも言及されていた事と同様に，各タスク見込み時間を実態より短く認識している「見積もり時間の誤差の大きさ」場合とタスク見込み時間の総時間と総準備時間の認識が合致していない上に不十分な予備時間の確保である「バッファの不備」が原因である場合が考えられる。更に破綻したデータは苦手意識のないグループで発見された為，本人の苦手意識にかかわらず被験者の時間管理能力を把握していく必要があると考えられる。一方で，本予備実験においては被験者数・有効データ数共に少なく，更なる実験が必要であると考えられる。

本研究では，「逆算が苦手」の定義をデータを用いて更なる分析を進めると共に，主要な原因であると考えられる時間管理の見積もり精度に起因された逆算の甘さを iOS アプリケーションを用いて補正する事で時間管理に関する心理的負荷及び逆算精度の改善を図る。



図 2.3 たすくまによる一日の可視化 [?]

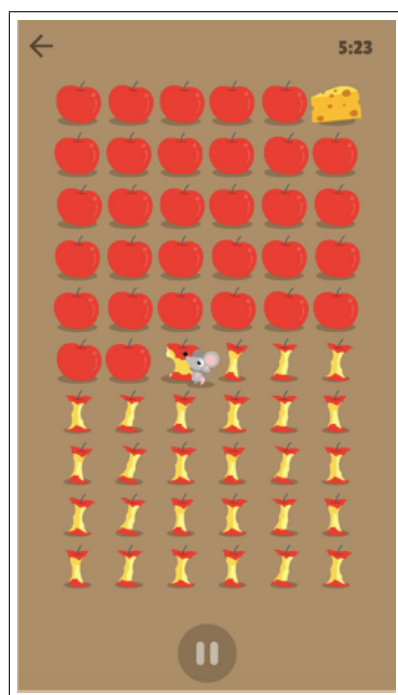


図 2.4 ねずみタイマーによる経過時間の可視化 [?]



図 2.5 WillDo による未来予測 [?]



図 2.6 使用アプリケーション

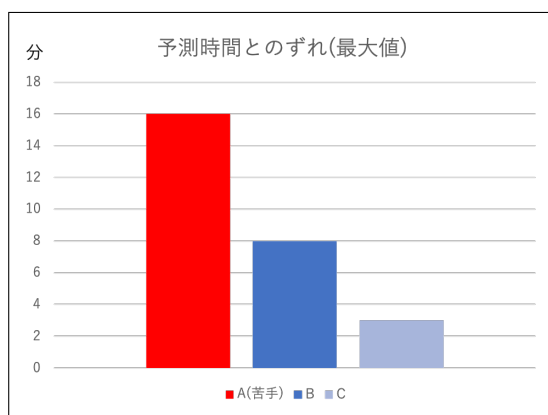


図 2.7 被験者結果 (最大値)

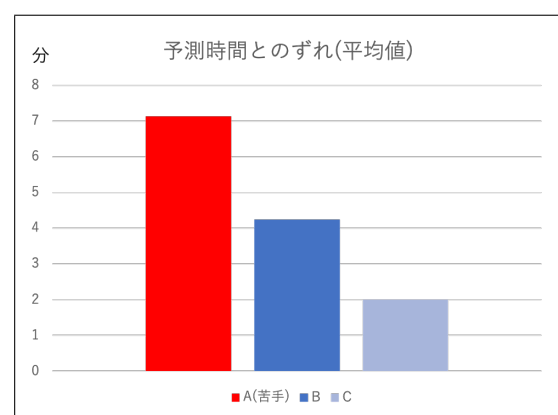


図 2.8 被験者結果 2

## 第 3 章

# タスク別時間記録システム ADLogger

本章では，日常生活動作別の時間記録アプリケーション，ADLogger を提案する．はじめに ADLogger の特徴を説明する．次に，ユーザが ADLogger を利用する流れ及びシステム概要について述べる．

### 3.1 ADLogger システムの特徴

ADLogger はユーザの行動名別に経過時間を記録する iOS アプリケーションである．ユーザは行動名毎に行動時間をストップウォッチで記録できる．予測算出画面では，行動別の平均時間がリスト形式でカラム毎に出力される．カラムを複数選択する事で複数行動を行う際の必要時間を計算・可視化する事が可能である．ADLogger が特徴とする機能には以下のものが挙げられる．

#### 3.1.1 タスク別ストップウォッチ記録

内蔵されているストップウォッチで行動名毎に行動時間を実測で記録される．実測値を記録する為，個人の見積もり精度に依らない数値を取得することが可能である．

#### 3.1.2 各時間予測

各行動を下記の計算方法を用いてユーザの行動別記録時間の標準的な時間を算出し，リスト形式で行動別に表示する．リストのカラムをタップすると，選択された行動の合計の必要時間を下記の計算手法を元に算出する．これにより簡単に複数タスクに対する必要時間見込みを簡単に把握する事が可能となる．算出された合計時間は Apple のカレンダーに登録が可能であり，Apple カレンダーに登録された既存の予定と同時に閲覧することが可能である．

### 3.2 平均時間の算出方法

システム上の各タスク毎の見積もり及びバッファの定め方に関して記述する．



### 3.2.1 各時間予測

タスク完了に要する時間の期待時間を  $\bar{T}$ ，記録時間を  $T$  とすると，数式 (??) の様に平均時間を用いて各タスクの見積もりを行う．また標準偏差の信頼範囲に則り，各タスクの標準偏差  $\sigma(T)$  に  $N(N = 0 \sim 3)$  を掛けたものを変動バッファ  $Tv$  と定義した (数式 (??))．

$$\bar{T} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n T_i \quad (3.1)$$

$$Tv = \sigma(T) \times N \quad (3.2)$$

$(N = 0, 1, 2, 3)$

### 3.2.2 合計時間の算出

合計時間の予測を出すにはまず先ほど算出したタスク毎の  $\bar{T}$  と  $Tv$  し，更にユーザが自分で決定し数値として入力ができる固定バッファ  $Tf$  を足す事で算出する (数式 (??))．

$$T_{sum} = \sum_{i=1}^n (\bar{T}_i + Tv_i) + Tf \quad (3.3)$$

## 3.3 ADLogger システムの使用方法

本アプリケーションを開くと，トップ画面が開かれる (図 ??)．“LOGIN” ボタンを押すとユーザ名とパスワードが求められる (図 ??)．初回の場合は下段の “REGISTRATION” ボタンから登録画面に移行し登録を行う (図 ??)．ログインが成功するとメイン画面に移行する (図 ??)．尚，初回以降は直接メイン画面に移行する事が可能である．

メイン画面の “TIMER” ボタンからは，行動を記録する事が可能である．“TIMER” ボタンを押すと，“START” ボタンのあるストップウォッチ画面が現れる (図 ??)．“START” ボタンを押すと “START” ボタンが “STOP” ボタンに切り替わった後，ストップウォッチが起動し時間を計測できる．計測後は “STOP” ボタンを押す．出力されるアラートの中から “終了” ボタンを選択し，タスク名選択画面に移行する (図 ??)．尚，記録を破棄したい場合はアラートの “Reset” ボタンを，ストップウォッチを止めたくない場合は “計測に戻る” を選択する．

タスク選択画面では行動名がリスト形式で表示されている．一度でも登録された行動名であれば行動名を選択する事で経過時間を保存する事ができる．新たな行動名であれば “新規追加” ボタンを押す，出力されたアラートに行動名を入力し名前を登録後上記同様に保存する．

一度でも記録時間が保存されると “ADLog” ボタンから行動記録を閲覧する事が可能である (図 ??)．ユーザは必要に応じてタスクを選択しする事で，複数タスクの合計時間を変動バッファ (中央下色がついている数値) ・ 固定バッファ (中央下黒色の数値) を適宜調整しながら見る事が可能である．

右上のカレンダーのアイコンをクリックすると，カレンダー登録画面 (図 ??) に遷移する．画面上のタスク名，日付，登録時間に対する開始時刻/終了時刻を入力し “追加” ボタンを押すと Apple のカレンダーに記入した時刻が登録できる．

利用規約，実験の説明，アンケート，設定に関してはトップ画面 (図 ??) の “HELP” ボタン先の画面で管理する (図 ??). アンケート画面は各タスクかかった時間と全てのタスクを連続でやった時の総時間の予測を記入してもらうものである (図 ??, 図 ??). 設定画面は変動バッファと固定バッファの調整を行うことが出来る図 ?? . また，後述する実験の関係上，ADLogger ボタンから行動記録の閲覧とストップウォッチスタート時のカウントアップの閲覧に関しても設定画面から制御できるようにした.

## 3.4 本システムの設計概要

本研究では，行動別時間を可視化し，必要時間を簡単に算出させるため，ADLogger システムを提案する. ADLogger は行動時間を記録し，記録された時間を元にタスク別に必要時間を予測する iOS アプリケーションである. クライアント側はタスク別時間記録モジュール，必要時間予測モジュール，カレンダー登録モジュール，アンケートモジュール，バッファ制御モジュール，表示制御モジュールから成る. サーバ側ではデータベースへの書き込み及び読み込みを行う.

### 3.4.1 タスク別時間記録モジュール

タスク別時間記録モジュールでは，ユーザが行動した時間をタスク別に記録を行う. ユーザは本システムのストップウォッチを用いて時間を測定する. 時間の測定を終了するとタスク選択画面にて行った行動を選択する. タスク選択画面には過去入力したタスク名がリスト形式で表示されており，新規タスクである場合は新規タスク名を登録する.

本モジュールはタスク名別に時間を記録し，サーバに送信する. タスク別時間記録モジュールはユーザが行動したタスク及び時間を記録するモジュールである. メイン画面の UIButton “TIMER” を押すと，ストップウォッチ画面に遷移する. (図 ??参照) UIButton “START” を押すと UIButton が “STOP” に書き換えられた後，上段に配置した UILabel “00:00:00” から “hh:mm:ss” の書式で書き換えられ経過時間が表示される.

再度 UIButton を押すとタスク別時間記録モジュールによって図 ??のような UIAlertController が表示される. この UIAlertController は，“終了”と“計測に戻る”と“Reset”の3つの選択肢を持っている.

“計測に戻る”を選択すると，UIButton が “STOP” から “START” に書き換えられた後，上記の経過時間測定と同じ方法でカウントアップが再開される. “Reset”を選択すると，上段の数字はカウントアップを終了し UILabel が “00:00:00” に書き換えられる事でリセット状態となる. “終了”を選択すると現在の UILabel の値を Int 型に変換した後，型で渡し，タスク選択画面へ遷移する.

タスク選択画面では UITableView で過去記録した事のあるタスク名が表示される. 各 UITableViewCell に表示されているタスク名は，端末内の UserDefaults に String 型の配列として保存されている. “新規追加” ボタンを押すと，UIAlertController が表示される (図 ??). この UIAlertController には textField が内蔵されており，新規タスクを記入し OK を押すと String 型の配列に入力した textField の値が新規タスクとして追加される. UITableViewCell をタップすると記録した値がサーバーに送信され，保存が成功した事を示す UIAlertController が表示される (図 ??). サーバに送られる値は表 ??の通りである. 尚，ユーザ ID はログイン時に端末内の UserDefaults で保存されたものを送信する.

表 3.1 サーバに送信する値

サーバに送る値	型
ユーザ ID	PFUser 型 (サーバ指定のユーザ型)
タスク名	String 型
記録時間 (秒)	Int 型
記録日時	Date 型

### 3.4.2 必要時間予測モジュール

必要時間予測モジュールでは、ユーザの単一タスクないし選択された複数タスクの必要時間を予測する。“ADLog”ボタンを押し算出画面に移動すると、タスク名毎の予測時間が自動計算されリスト形式で表示される。リスト内のタスク名を選択すると、中央上段には選択タスクの合計必要時間が自動計算され結果が表示される。また、同時に中央下段には合計必要時間で追加された合計バッファ時間が内訳として表示される。

メイン画面から UIButton “ADLog” を押すと ADLog (必要時間予測) 画面に推移される (図 ??)。ADLog 画面の UITableView では過去記録した事のあるタスク名とタスク毎の必要時間の予測が表示される。まず、画面が読み込まれると同時に UserDefaults に保存した値と一致するユーザ ID をサーバで検索する。該当するデータはタスク名 (表 ?? の taskname) を key, 記録時間 (表 ?? の tasktime) を value とする Dictionary 型の配列を生成する。value は更に Int の配列としており、タスク名が重複された場合は記録時間を value の配列に追加する。配列が生成し終わると平均時間  $\bar{T}$  を算出し、UITableViewCell の左側にタスク名、右側に平均時間  $\bar{T}$  を表示する。UITableViewCell をタップすると中央一段目の UILabel を  $T_{sum}$  (数式 (??)) の結果に書き換え、中央二段目左の UILabel をタスクの  $Tv$  (数式 (??)) の合計に、中央二段目右の UILabel を  $Tf$  に書き換える。尚、 $Tv$  の  $N$  及び  $Tf$  は設定画面からの UserDefaults によって決定される。また UITableViewCell は accessoryType に checkmark が指定されており、UITableViewCell がタップされると右側にチェックマークを表示しユーザが現在どのタスクを選択しているかを示す。

### 3.4.3 カレンダー登録モジュール

必要時間予測モジュールで算出された合計バッファ時間に関しては、タスク名、予定日時を入力し、予定日時は開始時刻か終了時刻かの選択を行った上で “追加” ボタンを押すと apple のカレンダーに予定が登録される。

本モジュールは EventKit を用いて必要時間予測モジュールが算出した合計時間を Apple カレンダーに登録する。カレンダー登録画面を開くと、ユーザが選択したタスクをもとに合計された  $T_{sum}$  (数式 (??)) が受け渡され UILabel に表示される。また、本モジュールにはカレンダーに登録したいタスク名を入力する UITextField, 日時を決める DatePicker が内蔵された UIAlertController, DatePicker で選択したデータが開始時刻であるか終了時刻であるか決める UISegmentedControl が存在する。すべての項目を入力し、下部の UIButton “追加” を押すと Apple のカレンダーに入力の許可を確認した上で入力した値をカレンダーに渡し登録する事ができる。

### 3.4.4 アンケートモジュール

アンケートの質問に回答されたタスク名，タスク別所要時間，総合時間をサーバに送信する．アンケートモジュールには複数の UITextField が搭載され，ユーザの入力した下記データをサーバに登録する．

表 3.2 サーバに送信する値

サーバに送る値	型
ユーザ ID	PFUser 型（サーバ指定のユーザ型）
タスク名	String 型
タスク予測時間（秒）	Int 型
総合予測時間（秒）	Int 型
記録日時	Date 型

### 3.4.5 バッファ制御モジュール

本システムではバッファ制御モジュールを通じてユーザは変動バッファ ( $T_v$ ) と固定バッファ ( $T_f$ ) を操作できる様にしている．バッファ制御モジュールは設定画面にて操作が可能である．変動バッファモードは“変更ボタン”を押すと“急ぎ”・“やや急ぎ”・“ややゆっくり”・“ゆっくり”の 4 つの選択肢が選べる．選択肢によって数式 (??) の  $N$  が変動し，必要時間予測モジュールに表示される色が下記の様に変化する (表 ??)．固

表 3.3 バッファモードの選択分岐

モード	N	表示色
急ぎ	0	赤
やや急ぎ	1	オレンジ
ややゆっくり	2	緑
ゆっくり	3	青

定バッファモードは設定画面に直接数字を入力し，“変更”ボタンを押すと入力した値を固定バッファとして計算式に追加する事が可能である．

設定画面は UITableView で設計されており，2 つの UITableViewCell がある．UITableViewCell にはそれぞれ UILabel が設置されており，“変動バッファモード”と“固定バッファ時間”と書かれている．

変動バッファモードの Cell には UIButton“変更”があり，UIButton を押すと UIAlertController が現れる．UIAlertController には“急ぎ”“やや急ぎ”“ややゆっくり”“ゆっくり”の 4 つの選択ができ，押すとそれぞれ 0,1,2,3 の値を UserDefaults に登録できる．

固定バッファモードの Cell には 3 つの UITextField 及び UIButton“変更”が搭載されている．3 つの UITextField はそれぞれ時間，分，秒の入力を想定しており，入力し UIButton“変更”を押すと秒に変換し UserDefaults に登録する．

### 3.4.6 表示制御モジュール

本モジュールは実験の関係上、最初は必要時間予測モジュールを使わず、経過時間を可能な限り閲覧できない環境にする為のものである。表示制御モジュールは設定画面にて以下の制御が可能である (表 ??)。合計時

表 3.4 表示制御モジュールの機能について

1	合計時間の算出画面へのロック機能
2	ストップウォッチの透明化機能

間の算出画面へのロック機能は”ADLog”カラムを”OFF”にする事で”ADLog”ボタンから行動記録を見る事の制限をする事ができる。ストップウォッチの透明化機能は”文字透明化”カラムを”ON”にする事でストップウォッチ作動時に時間経過のカウントアップが非表示となる。初期設定は”ADLog”カラムを”OFF”, ”文字透明化”カラムを”ON”としている。いずれも”HELP”ボタンから閲覧できる”設定”ボタンの先にある設定画面からスイッチ形式で操作できる様にした。

設定画面は UITableView で設計されており、2つの UITableViewCell によって成り立つ。各 UITableViewCell には UISwitch が搭載されておりタップで操作が可能である。初期設定は “文字透明化”が “ON”, “ADLog”が “OFF”になっている。 “文字透明化”が “ON”だとストップウォッチ画面の経過時間を示す UILabel が hidden となり非表示となる (図 ??) “ADLog”が “OFF”だとメイン画面の UIButton”ADLog”が機能せず UIButton を押しても ADLog 画面に推移できなくなる。ユーザが UISwitch を操作すると UserDefaults に保存され、状態が変化する。

### 3.4.7 サーバ側設計

サーバー側ではユーザ別に登録タスクとタスク時間記録をサーバ内にて管理する。サーバ及びデータベースには、MBaaS である Back4App [?] を利用する。データベースにはユーザの認証情報を格納する User クラスと、行動時間記録を格納する tasktimeObject, アンケート用の surveyObject, survey2Object が存在する。User クラスの例を表 ??, tasktimeObject の例を表 ??, surveyObject の例の例を表 ??, survey2Object の例の例を表 ??に示す。

表 3.5 User クラスの例

カラム名	値
objectId	“2rg6ZJp7GQ”
username	“testuser”
password	“testpassword”
ACL	“2rg6ZJp7GQ”
createdAt	2020-7-6T07:24:08.810Z
updatedAt	2020-7-6T07:24:08.810Z

表 3.6 tasktimeObject の例

カラム名	値
objectId	“sRPnWYv0t6”
username	“testuser”
taskname	“test1”
tasktime	561
createdAt	2020-7-6T07:24:08.810Z
updatedAt	2020-7-6T07:24:08.810Z

表 3.7 surveyObject の例

カラム名	値
objectId	“9ooWCZj6mp”
username	“testuser”
taskname	“test1”
tasktime	561
createdAt	2020-7-6T07:24:08.810Z
updatedAt	2020-7-6T07:24:08.810Z

表 3.8 survey2Object の例

カラム名	値
objectId	“bPs2GkrkG”
username	“testuser”
totaltime	1320
createdAt	2020-7-6T07:24:08.810Z
updatedAt	2020-7-6T07:24:08.810Z

### 3.5 実装環境

本節では、本システムにおける実装環境について説明する。本システムは iPhone アプリケーションであり、実装言語には Swift を使用している。サーバサイド兼データベースには、MBaaS (Mobile Backend as a Service) である Back4App [?] を利用している。本システムのシステム構成図を図 ?? に示す。

### 3.6 まとめ

本章では、ADLogger システムの実装について述べた。次章では、本システムで得られたデータから動機づけの向上を評価し、考察について述べる。



図 3.1 トップ画面

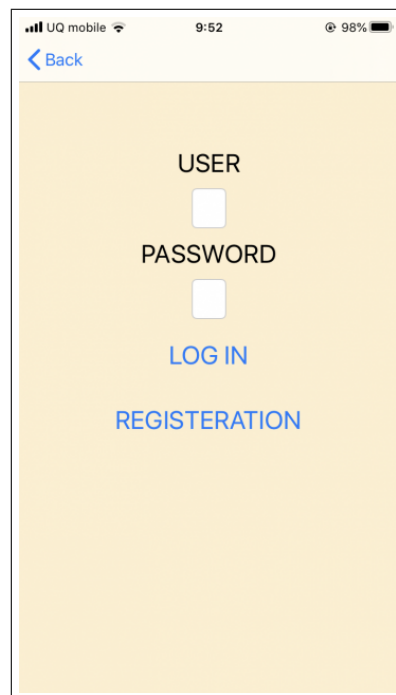


図 3.2 ログイン画面

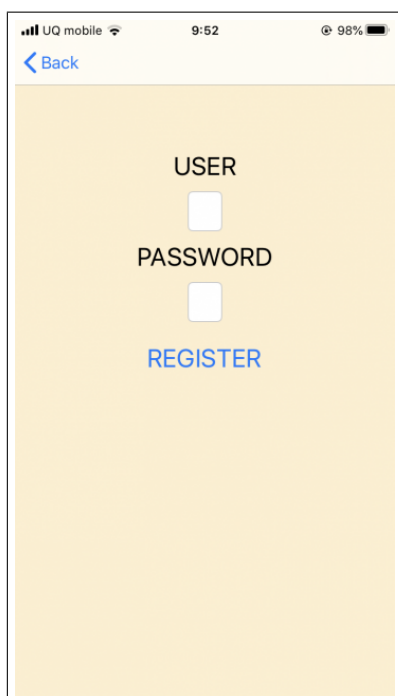


図 3.3 登録画面



図 3.4 メイン画面

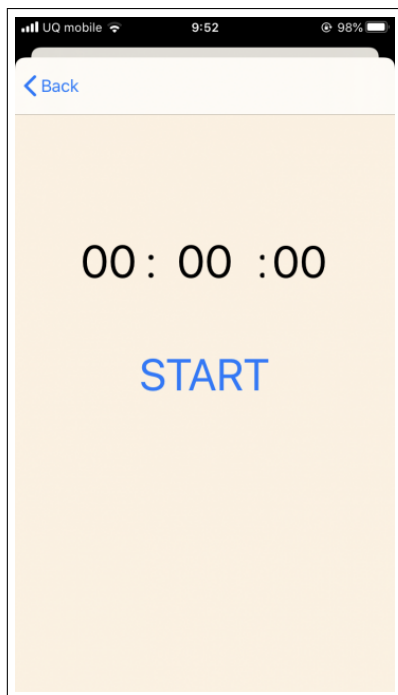


図 3.5 ストップウォッチ画面

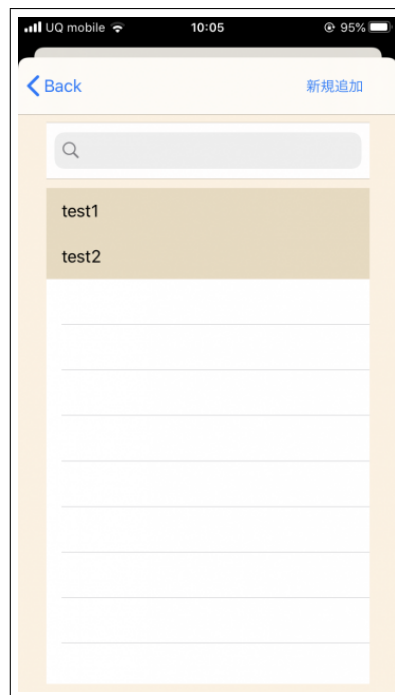


図 3.6 タスク選択画面

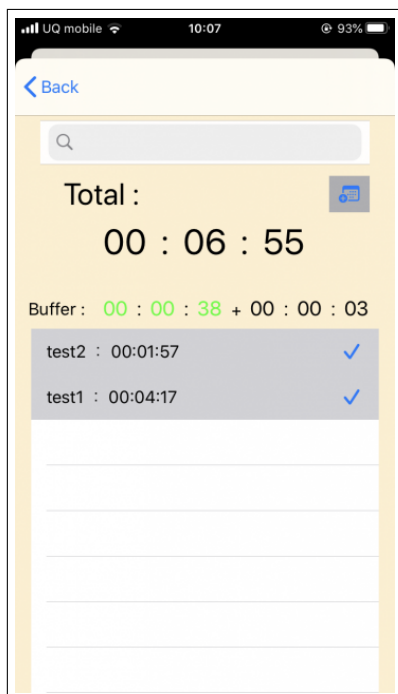


図 3.7 ADLog 計算出力画面例

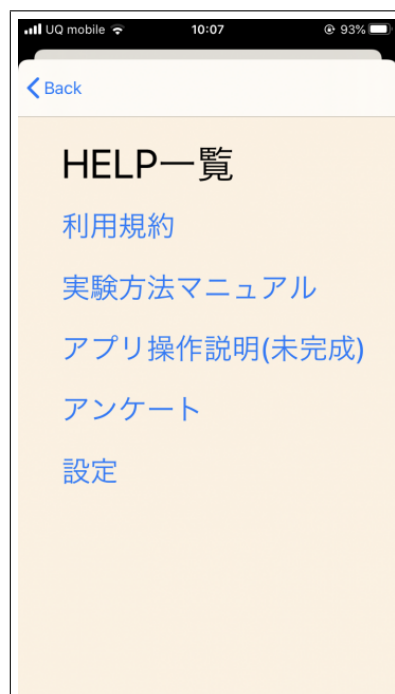


図 3.8 HELP 画面





図 3.9 カレンダー登録画面

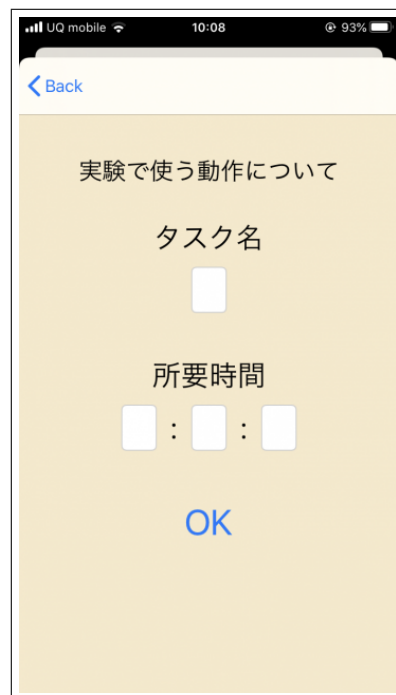


図 3.10 アンケート画面 1

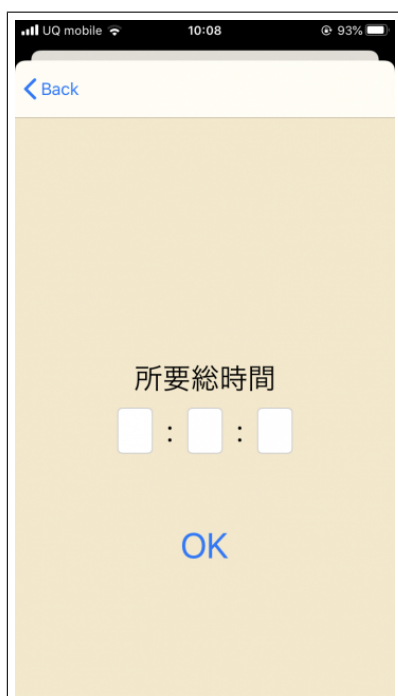


図 3.11 アンケート画面 2

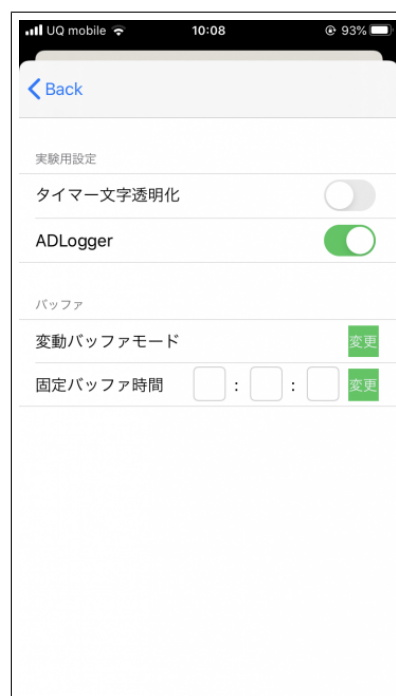


図 3.12 設定画面

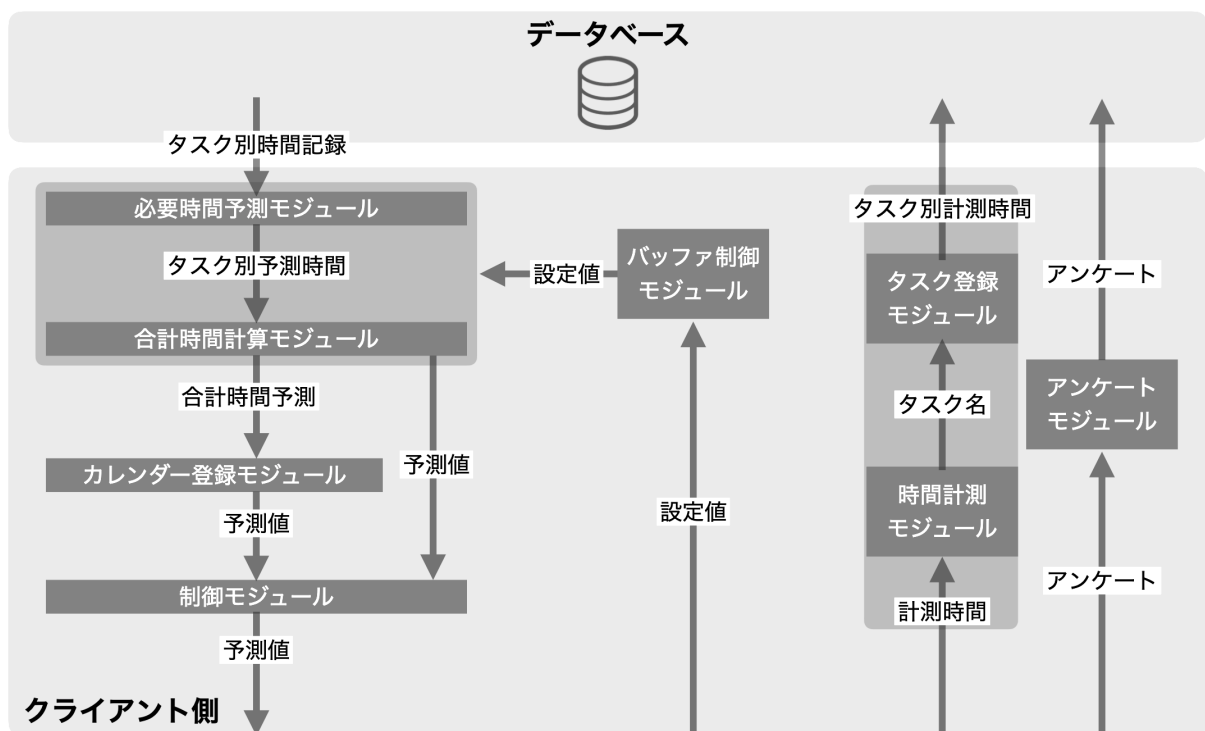


図 3.13 システム構成図



図 3.14 計測に関する選択



図 3.15 新規追加



図 3.16 保存完了

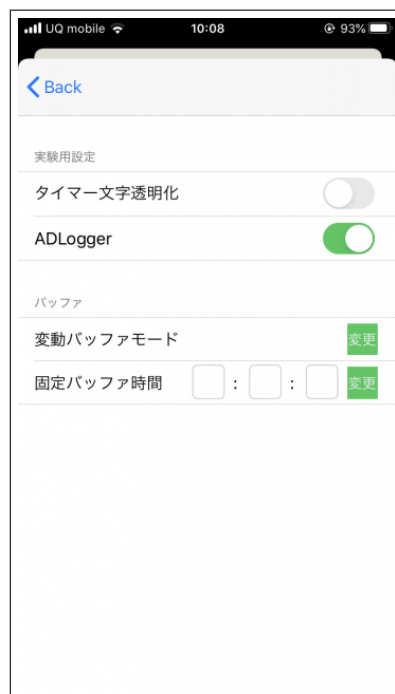


図 3.17 設定画面

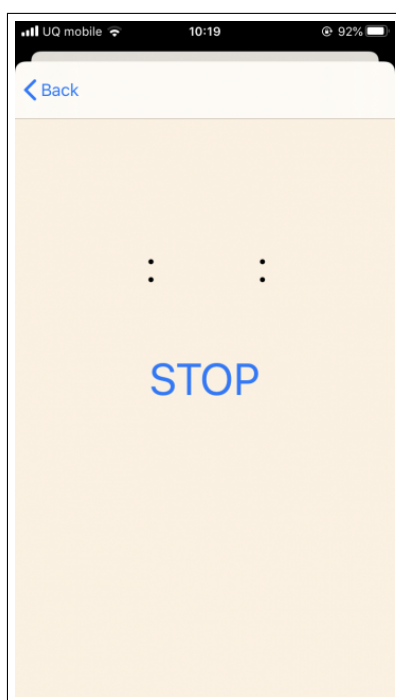


図 3.18 ストップウォッチ画面の文字透明化

## 第 4 章

# 実験

複数タスクにかかる所要時間に対し被験者の予測と ADLogger の予測の差異を比較した上で、ADLogger 導入によって、行動・意識の変容が生じるかどうか検証を実施した。本章ではまず実験の目的と手法を説明し、得られた実験結果のデータの概要を示す。

### 4.1 実験目的

本研究では、複数タスクにかかる所要時間の予測に関して被験者の予測と ADLogger の予測の差異を比較する事、ADLogger 導入によって、時間管理に対する苦手意識・行動への変化が起こる事を目的としている。

### 4.2 実験手法

今回の評価実験では、被験者に時間の長さを教示し、その長さを産生させる時間産生法 [?][?] を慶應義塾大学の学生男女 20 名に対し平日と休日（またはそれに準ずる日）にそれぞれ 3 回（合計 6 回）に渡って実施した。始めに、被験者は事前に各自保持している iPhone に ADLogger をインストールして貰う。

実験は平日と休日（またはそれに準ずる日）は異なる動き・見積もりを行う可能性を鑑み、3 回分の平日と休日をそれぞれ 1 回ずつ以上（計 6 回以上）実施した。被験日はまず行動前に朝実施する日常生活動に関して行動名、行動毎の必要時間予測、タスクを連続で行った時の総合必要時間予測を申告してもらう。尚、6 回の計測を通じて予測を適宜修正できるものとする。その後、web 会議ツールである zoom[?] および ADLogger を用いながら実際に行動して貰い実測値を計測する。zoom においては全ての行動の開始時/終了時に連絡を行い、実験者が総合時間を計測する。更に被験者は ADLogger を用いて行動毎の時間を計測する。一定期間後（原則 4 回目）以降の計測は ADLogger の ADLogger およびタイマーのカウントアップ表示を閲覧できる状態にしながら計測して貰う。最終日にはアプリケーションによる定性的効果やアプリケーションの改善点を知る為にインタビューを行う。インタビューにて質問する項目は付録 A にて記載した。

### 4.3 実験結果

被験者 20 名中、被験に協力頂いたのは 19 名だった。内、被験期間内に実験を終わらせられた（被験回数 6 回以上、ADLogger の効果比較済）のは 16 名だった。具体的なユーザ別日程数の内訳は図 ?? に記載した。

また、被験者が行う行動・行動時間は被験者に合わせている為、行動時間には個人差がある。図 ?? 上部は

表 4.1 ユーザ 別被験日数一覧

Username	Before	After
A	2	1
B	4	3
C	2	1
D	2	1
E	4	0
F	5	4
G	2	1
H	2	1
I	2	1
J	2	1
K	3	2
L	4	2
M	4	2
N	3	4
O	3	2
P	4	4
Q	2	3
R	2	0
S	2	0

タスク別，下部は合計時間の分布を箱髭図で描いたものであり，被験者の行動時間は個人差が大きい．タスクは 30 秒程度のものから 30 分程度のものまで存在し，合計時間は 10 分弱から 1 時間程度である．

さらに，ADLogger 導入前のタスク別予測と実測の平均時間の比較を図 ??に，総合時間の比較を図 ??に記す．図 ??， ??は横軸を実測の平均時間，縦軸を予測の平均時間にしたものである．見積もりの予測と実態に関して切片が 0 の一次関数で表すと，図 ??は  $y=0.96x$ ，図 ??は  $y=0.99x$  になった．このことから被験者を全体で見ると予定の予測をぴったりかやや実測より短めに見積もる傾向がある事が分かる．また，図 ??は図 ??の結果を，図 ??は図 ??の結果をユーザ別に傾向線を引いたものである．被験者は図 ??は係数 1.93 から 0.69 の間で，図 ??は係数 1.55 から 0.73 の間で見積もっていた．

最後にインタビューは途中で実験が終了した 3 人を除く 16 名に答えてもらった．結果の概要は表 ??の通りとなった．

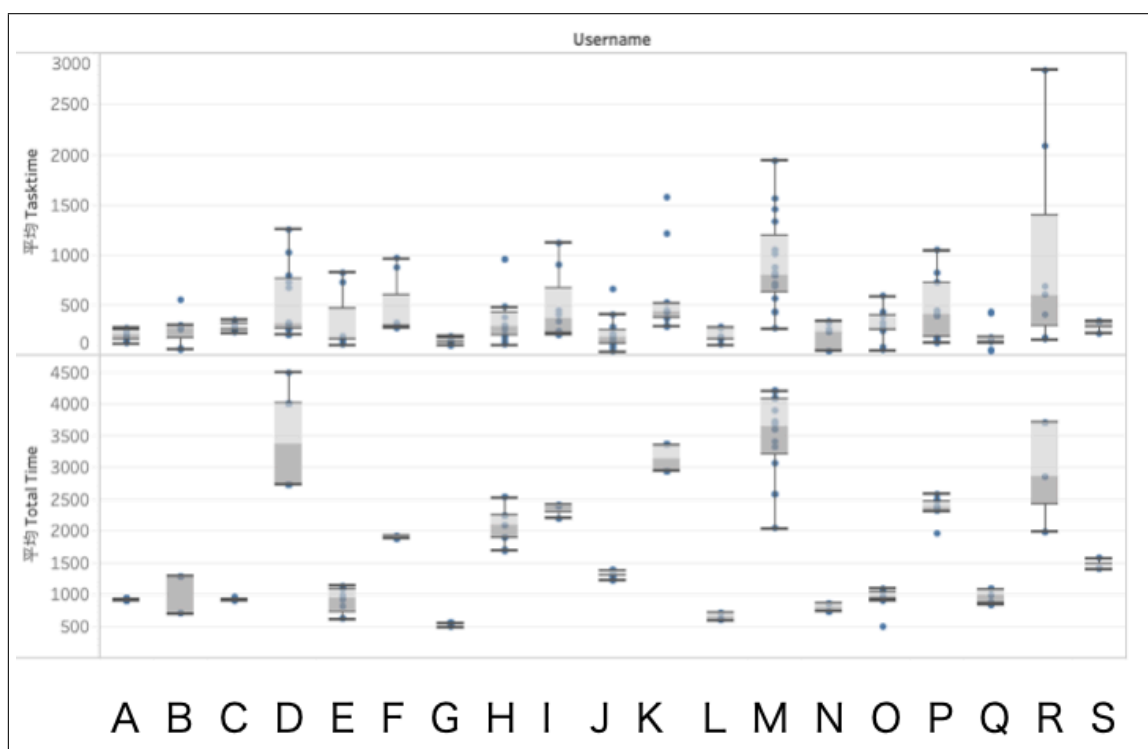


図 4.1 ユーザ別行動時間分布

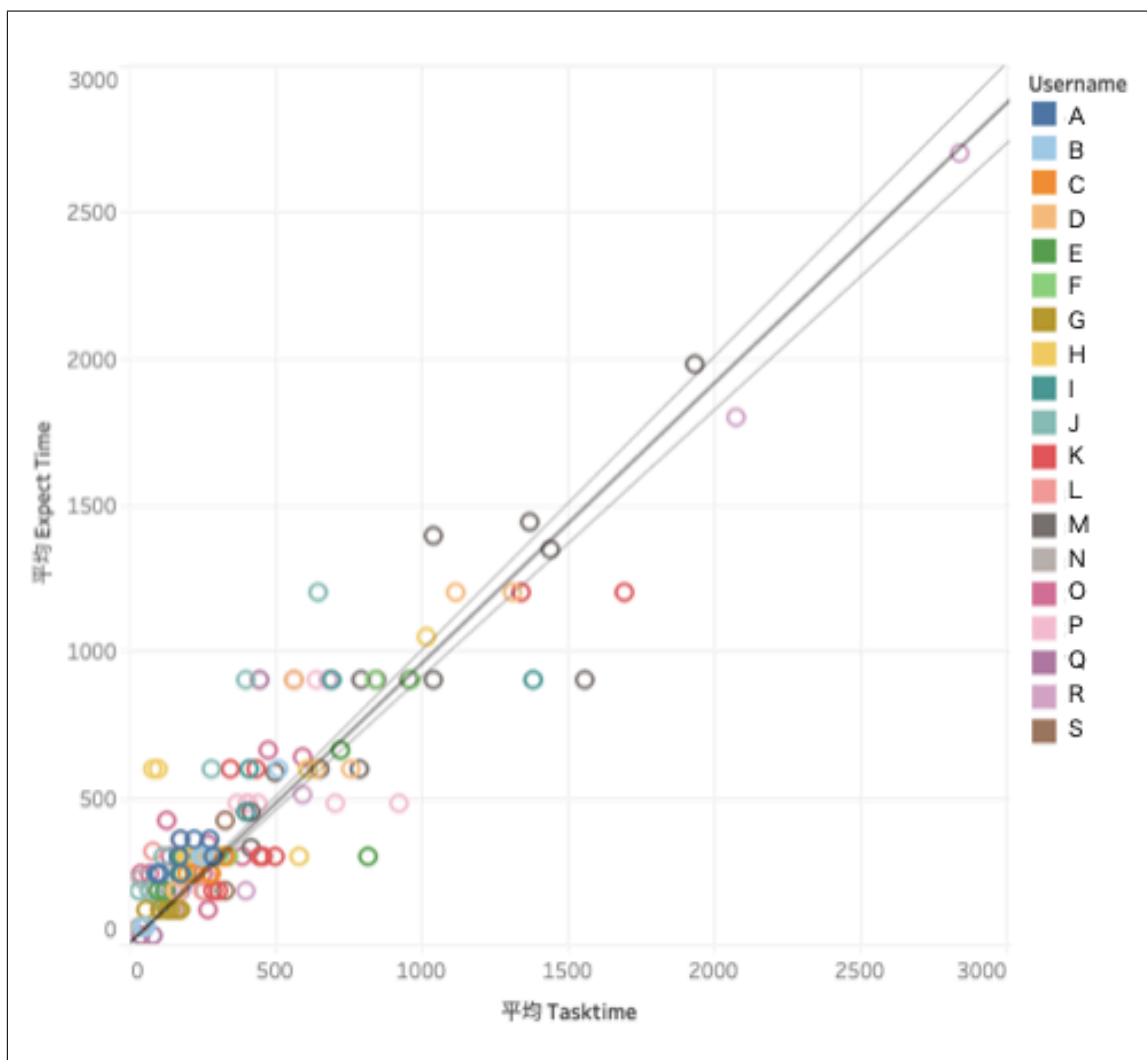


図 4.2 予測と実測の平均時間比較



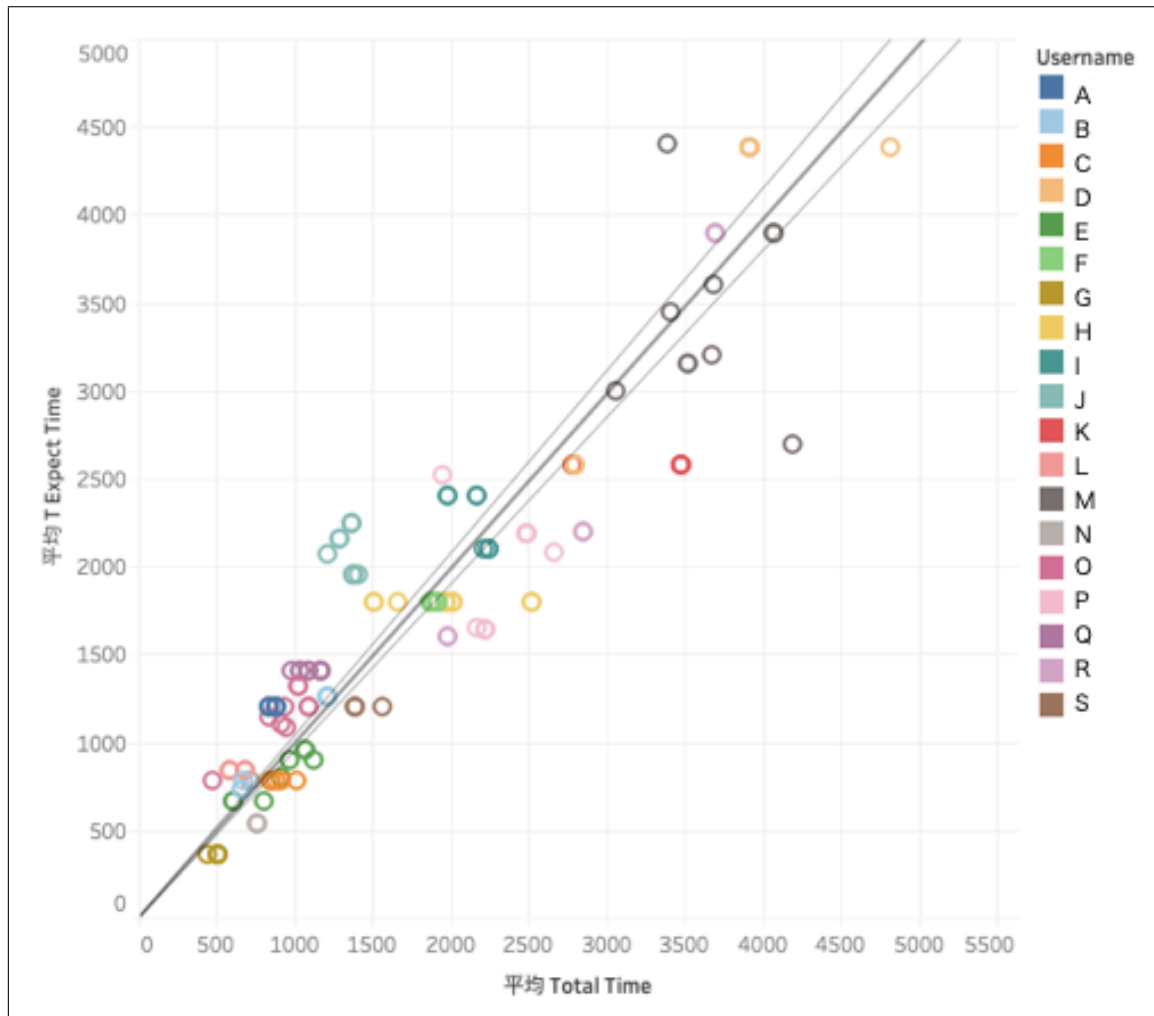


図 4.3 予測と実測の平均時間比較 (総合時間)

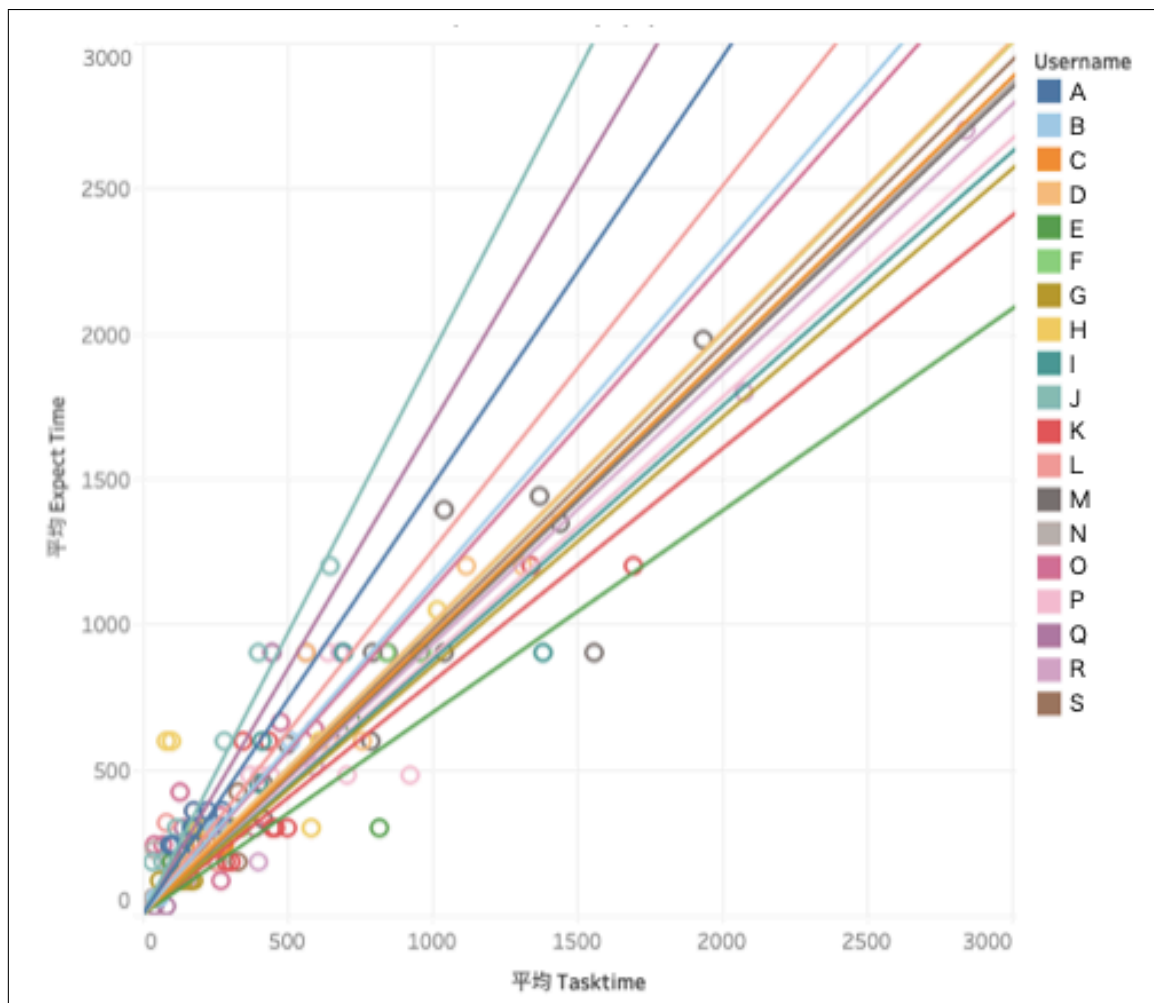


図 4.4 予測と実測の平均時間比較（ユーザ別）

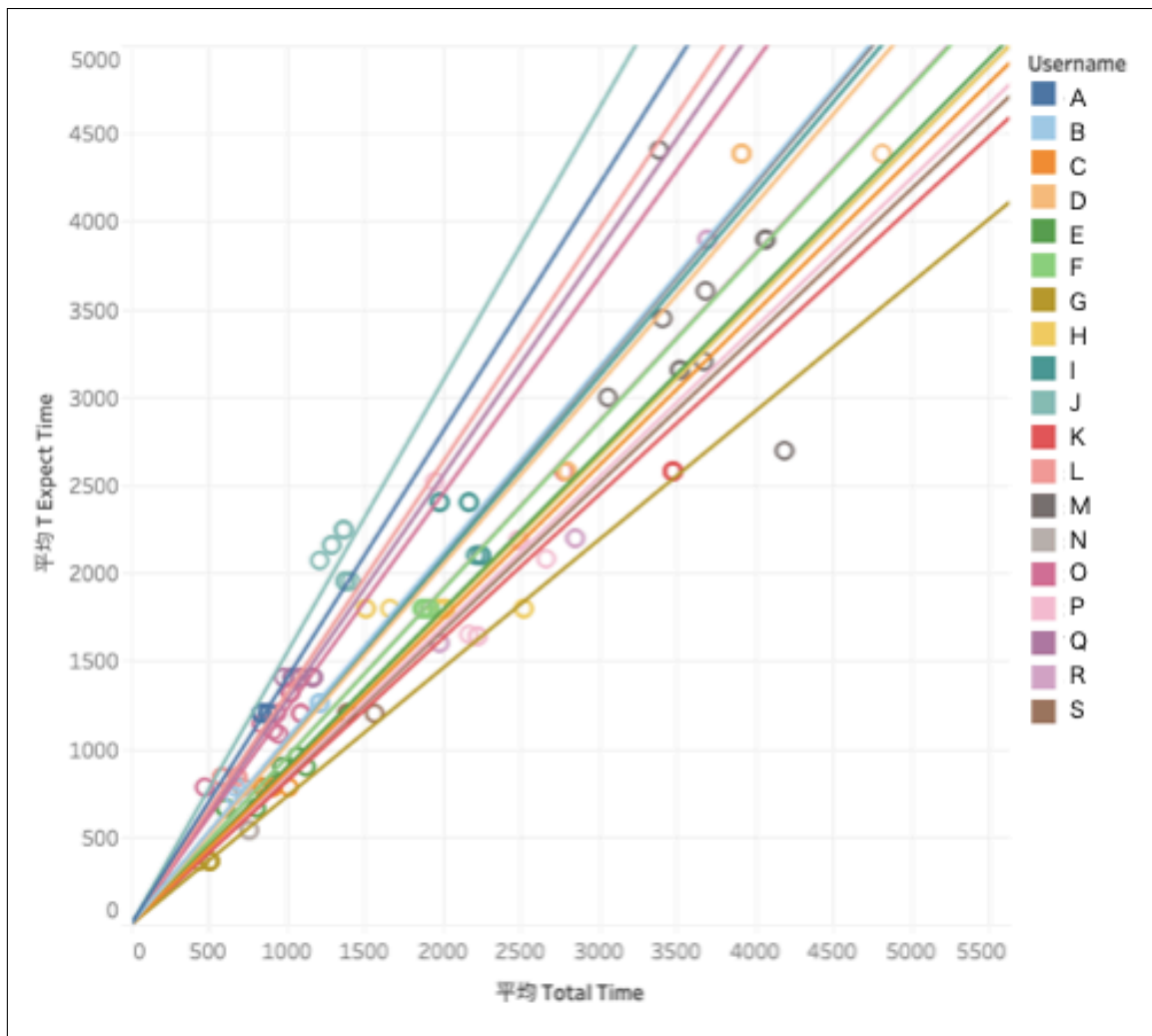


図 4.5 予測と実測の平均時間比較（ユーザ別総合時間）

表 4.2 インタビュー概要

匿名	変更	問 1	問 2	問 3	問 4	問 5	問 6	問 7	問 8	問 9	問 10	問 11	問 13
J	×	長	×	×	△	○	×	○	○	×	やや急ぎ	○	○
Q	○	長	×	×	×	○	×	○	○	×	やや急ぎ	○	○
A	○	定	×	×	×	○	×	×	○	×	ゆっくり	○	△
L	×	短	×	×	○	○	○	×	○	○	ややゆっくり	○	○
B	×	長	×	×	△	○	○	×	○	○	ゆっくり	○	△
O	×	定	×	○	×	×	○	○	×	○	ゆっくり	○	△
D	×	定	×	×	○	○	○	×	○	×	ゆっくり	○	○
F	×	長	×	×	○	○	○	×	○	×	ややゆっくり	○	○
H	×	定	×	○	○	○	○	○	×	×	ゆっくり	×	×
S	×	定											
C	×	定	×	×	×	○	×	×	○	×	ゆっくり	○	△
N	○	定	×	×	○	×	○	○	×	×	ゆっくり	○	×
M	○	長	×	×	△	○	○	×	○	○	ゆっくり	○	×
R	×												
P	○	定	×	×	×	×	○	○	○	×	ゆっくり	○	△
I	○	長	×	×	○	○	×	×	○	×	ややゆっくり	○	△
G	×	定	×	×	○	○	×	×	○	×	ゆっくり	○	○
K	×	短	×	×	○	○	○	×	○	○	やや急ぎ	○	○
E	×	定											

## 第 5 章

# 評価

### 5.1 実験評価手法

本研究は Tableau[?] を用いて下記の通り評価を行う。まずアプリケーションの介入によって見積もりと実測の差がどれだけ変化したか全体の比較を行う。その後、図 ?? の見積もりの係数が高い順位で並べそれぞれ変化をみた。上位 6 人をグループ①、中位上位 6 人をグループ②、下位 7 人をグループ③とした上でそれぞれの見積もり傾向とアプリケーションによる効果の有無を調査する。

### 5.2 評価結果

本節では、本システムの ADLogger 機能導入後時間管理に対し与える影響について、本評価実験で得られた評価結果を示す。

#### 5.2.1 アプリケーションによる効果

アプリケーションの ADLogger 機能を導入する前と後によって係数がどう変化したかを表 ?? で表した。表 ?? は左からタスクごとの時間予測前後、総合時間の前後を表している表 ?? の値の数値の欄からわかる様にタスク時間、総合時間ともに係数は減少した。また被験者の内訳に関しては表 ??、表 ?? に表した。表 ??、表 ??、表 ?? の p 値は 0.0001 より小さい。

また、表 ??、表 ??、表 ?? は図 ?? で可視化された ADLogger 導入前のタスクごとの時間において係数が高い被験者順に並べ、それぞれの値の詳細を記した表であり、上からタスク時間、総合時間を導入前、導入後で並べてある。表 ??、表 ??、表 ?? の値の欄から分かる様に係数が高くなった被験者がいるものの、係数が下振れした被験者の方が多かった。また、ユーザ別のその他詳細は表 ?? に表した。

更に係数比較だけではなく、箱髭図から分布を図 ?? にて表した。表 ?? はタスク時間の秒数での分布、% での分布、総合時間の秒数での分布、% での分布を表しており、それぞれ ADLogger 導入前後の比較が出来る。全ての分布は ADLogger 導入後の方が分布が狭まり、総合時間に関しては中央値の値がやや高くなった事が分かる。尚、ADLogger 導入後に見積もりの時間を変更したのは 3 人である。

また、被験者別の使用前後の比較分布を可視化したところタスク時間の秒数分布は図 ??、タスク時間の % 分布は図 ??、総合時間の秒数分布は図 ??、総合時間の % 分布は図 ?? の様になった。それぞれ効果の度合い、どこの観点から効果が出ているかは個人差が出るが、多くの被験者に誤差の縮小が認められた。

表 5.1 ADLogger 機能導入前後の係数の比較 (総合)2

行	p 値	DF	値	標準誤差	t 値
Tasktime Before	< 0.0001	159	0.955782	0.0231274	41.3269
Total Time Before	< 0.0001	159	0.993547	0.0223607	44.4326
Tasktime After	<0.0001	123	0.955497	0.0314031	30.4268
Total Time After	<0.0001	123	0.954642	0.0132156	72.2362

表 5.2 ADLogger 機能導入前後の係数の比較 (総合)1

名称	Tasktime Before	Total Time Before	Tasktime After	Total Time After
モデル化された観測の数:	160	160	124	124
モデルの自由度:	1	1	1	1
残差の自由度 (DF):	159	159	123	123
SSE (合計二乗誤差):	4.78E+06	5.90E+07	3.83E+06	1.23E+07
MSE (平均二乗誤差):	30037.2	370934	31105.7	100359
R-2 乗:	0.914833	0.925466	0.882722	0.976971
標準誤差:	173.312	609.043	176.368	316.794
p 値 (基準値):	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001

表 5.3 ADLogger 導入前後の係数の比較 (ユーザ別 1)

名称	Tasktime Before	Total Time Before	Tasktime After	Total Time After
モデル化された観測の数:	160	160	124	124
フィルターされた観測の数:	0	0	0	0
モデルの自由度:	19	19	16	16
残差の自由度 (DF):	141	141	108	108
SSE (合計二乗誤差):	3.21E+06	4.22E+07	2.98E+06	6.62E+06
MSE (平均二乗誤差):	22773.3	299472	27610.5	61261.8
R-2 乗:	0.942738	0.946638	0.908595	0.987657
標準誤差:	150.908	547.241	166.164	247.511
p 値 (基準値):	< 0.0001	<0.0001	< 0.0001	< 0.0001

## 5.2.2 インタビューについて

本項では見積もり傾向から図 ??の見積もりの係数が高い順の上位 6 人をグループ①, 中位上位 6 人をグループ②, 下位 7 人をグループ③とした上で被験者を下記の様に分け, インタビューの質問項目など違いを調査した。

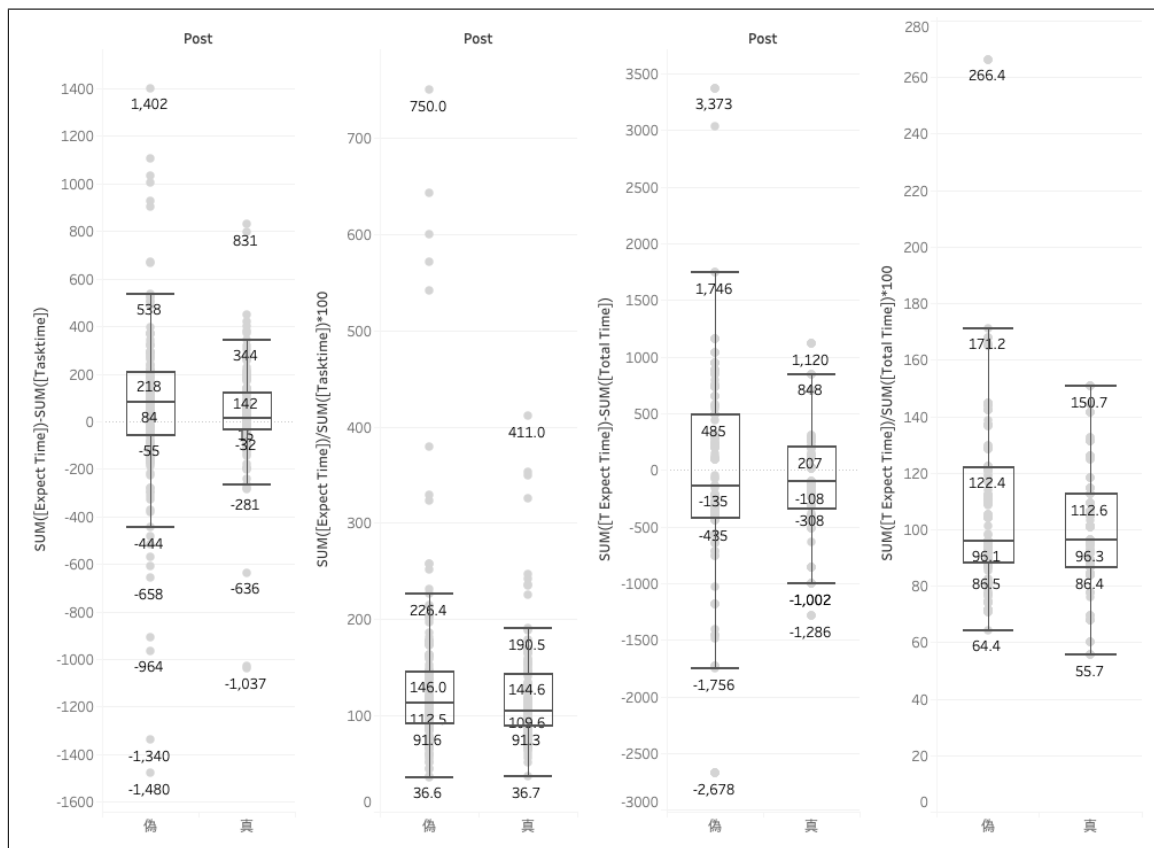


図 5.1 ADLogger 導入前後の比較 (箱髷図)

結果、特筆されるのはまず苦手意識に関してはグループ①の方が苦手意識を感じている被験者が相対的に少なく、②・③の被験者に苦手意識を感じている被験者が多かった。また、見積もりを意図的に長く申告し少しゆとりを持たせている被験者はグループ①・③の被験者が多く、逆に②に時間にゆとりを持たせて申告している被験者はいなかった。また、13 人の被験者からはタイマー・予測時間の可視化によって安心感の向上や時間に対する効率化の意識の向上が発生したと述べていた。尚、数値的效果は見積もり係数が ADLog 導入前低い被験者や、見積もりを短く設定している被験者に比較的大きな効果が得られた。

尚、インタビューの詳細を以下に記す。問 1 に関しては「長い」と答えた人の中には「余裕を持ちたい為」と回答していた。「定刻通り」と答えた人は「なんとなく」「勘」と言った感覚知による見積もりを主旨する意見が上がった。「短い」と答えた人は「長く見積もるとその分伸びてしまう為」と言った声が上がった。問 3 で「はい」と答えた人は「オフの日は家族と会話する」「お風呂に入るタイミングが被ってしまい家族が出るまで別のことを行った」と回答した人がいた。問 5 で連続していないルーティンの人は別の作業を主目的に行うことが多く、例として「間にオンラインミーティングが入る場合がある」「コードを書く」「課題に向けた作業を行う」などが挙げられた。問 6 では行うタスク、タスクの時間、タスク間の時間で変わる人が見受けられた。問 7 に関しては「zoom で実験者を待たせてはいけない気持ちになった」「いつもは行うタスクがバラバラだが実験のためにタスクを固定した」「タスク間の隙間を縮めてまとめた」と言った声があった。問 8 に関して効果があったと答えた人は「時間が可視化され安心感が得られた」「時間が可視化され自分の行動が分かったことがためになった」「テキパキと動きたいという動機付けにつながった」「タイマーの時計をよく見て時間

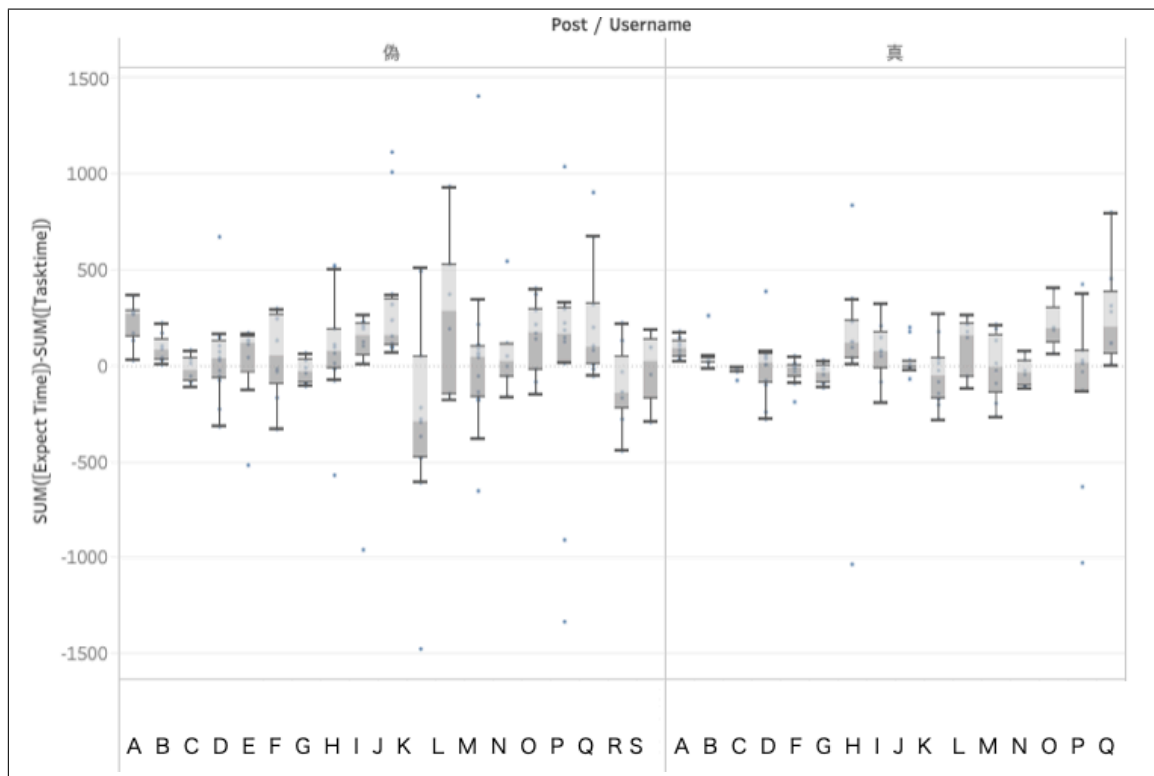


図 5.2 ADLogger 導入前後の比較 (タスク時間 (秒))

を意識した」と言った意見があった。効果がなかったと答えた人は「そもそもあまり閲覧しなかった」「UI 面の手間が大きかった」「行動が慣れているため」などが挙げられた。問 9 は「アプリの操作」や「実験を重ねるうちに」慣れが生じて実験に影響がでた可能性があると話していた。問 10 は固定バッファ時間を設定した人はおらず、一部の人が変動バッファモードの値を初期値の「ゆっくり」から「やや急ぎ」「ややゆっくり」に変えていた。問 11 に関して「信憑性が薄い」と答えた人は「ストップウォッチの存在で予測値に実測値を近づけたい心理が生まれるのであくまで理想値に過ぎないのでは」と回答した。問 12 においてシステムのメリットは「機能がシンプルで分かりやすい点」「普段意識していなかった時間を意識しテキパキ動く効果がある点」「ストップウォッチで時間の経過が見られる点」などが主に挙げられた。デメリットは「生活が不規則・ルーティンが定まっていない為自分の生活とアプリの行動変容目的が合わない」「UI 面・デザイン」を主に述べており、UI に関して問 13 では「AppleWatch であれば」「音声操作が良い」「時間を登録することへの手間の軽減」「オン/オフ以外のグラデーションが必要」「リマインダーとの連携」「計測登録後タイマー画面に自動で戻る」「ずっと起動しなくても裏で計測できるようにする」といった意見が解決案として寄せられた。問 13 の他の意見としては「朝の支度ではなく勉強用に使いたい」「引越しなど環境に変化があれば」「平日なら」と言った声が上がった。



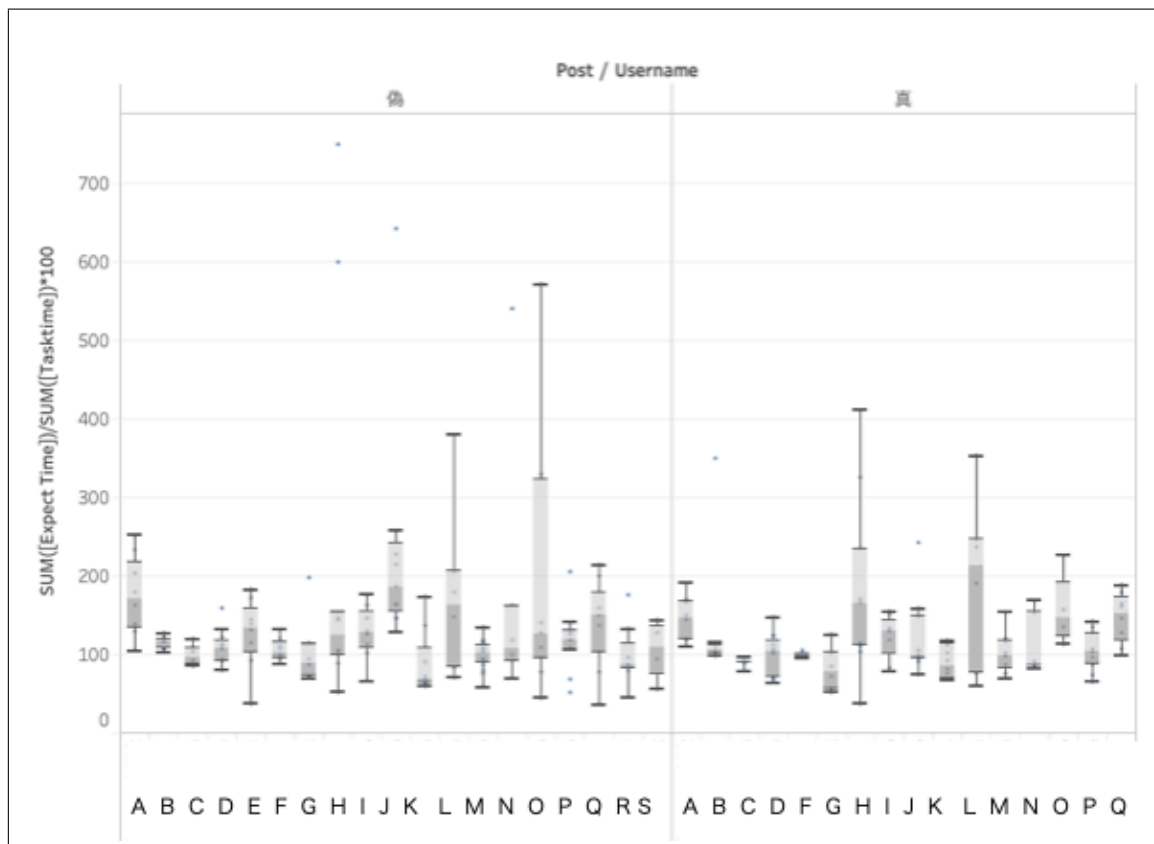


図 5.3 ADLogger 導入前後の比較 (タスク時間 (%))

## 5.3 考察

### 5.3.1 アプリケーションの効果について

実験結果から、ADLogger 機能導入によって見積もりの予測時間と実測時間の差が縮まる効果が得られた。特に時間管理に対し見積もりを短く設定する人、ADLog 画面導入前の見積もりの係数が低い被験者程効果が大きかった。一方、ADLogger 導入後に見積もりの時間を変更した人はわずか 3 人である点、インタビューにて時間を意識すると述べている被験者が多かったことから本アプリケーションは「見積もり傾向から自分の精度の悪い見積もりを修正する事によってズレが少なくなる」のではなく、「時間傾向の可視化に対しタイマーのカウントアップによって時間をより合わせる」効果をより発揮していると考えられる。

また、傾向線で見ると下振れしている被験者が多いことから、本機能の用いたバッファの取り方では見積もりを少なく見積もる様になってしまう可能性があり、バッファや目標時間は本機能の提示では正しく導けない事が分かる。これは被験者別に傾向のタイプ分けをせず、かつまだ前例の無い中での暫定的な見積もりの提示をしており、より最適化が求められると考えられる。

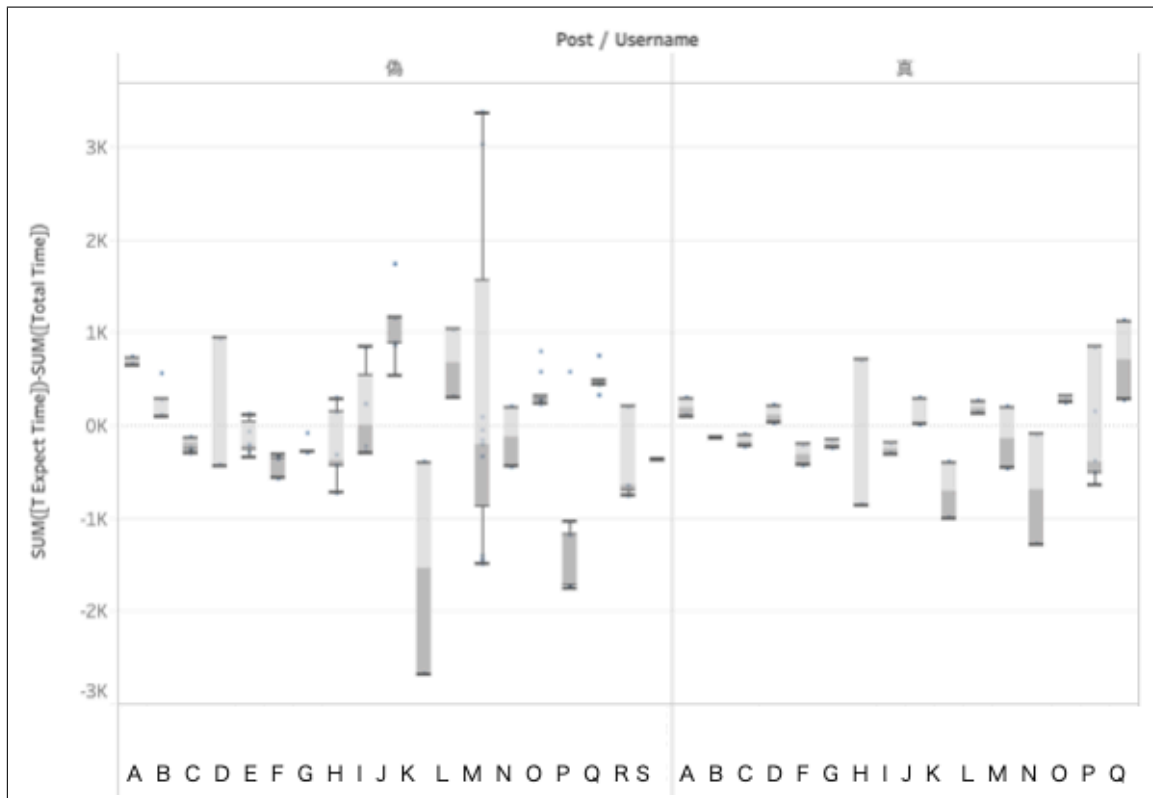


図 5.4 ADLogger 導入前後の比較 (総合時間 (秒))

### 5.3.2 タイプ分けについて

見積もり係数で分けた 3 グループ毎に ADLogger の効果に差がある事から、朝の準備に対し時間を見積もり、行動するパターンも少なくとも 3 パターンはあると考えられる。ここでは見積り係数の 3 グループを元に傾向を述べる。

グループ①の被験者は見積りの時間を意識的に長く見積もる傾向にあり、見積り方はタスク自体を多めに見積もる人とバッファとして追加で数分余裕を持たせる人がいる。グループ①は時間が余ることは既に想定内であり実際に時間が余った時のみ追加でやる事なども合わせて考えた上で行動を行い、ゆとりがある事を前提として行動を見積もる。時間管理に対して苦手意識は感じない人が多い。グループ②の被験者は見積りの時間を実測値と丁度同じくらいに見積もる傾向にあり、本人の見積り方にバッファが存在しない事が多く、時間管理に対し苦手意識を感じる被験者が特に多い。グループ③の被験者は大抵は実測値の方が見積もりより長くなる傾向にあるが、時間管理に対して苦手意識は感じない人と感じる人がいる。

実験によって大きく効果が出たのは②③である。特にグループ②においては大多数が見積もり時間ぴったりに見積もり、バッファの概念が無かつ苦手意識がある事からグループ②に本システムを導入する事によって遅刻のリスクを十分に減らす可能性がある。また、グループ①③においても「普段無意識に行っている時間の可視化」及び「システム導入による効率化向上の動機付け」によってシステムに効果を感じたユーザも大きかった。グループ①②③それぞれ異なった効果でありつつも一定の効果を得られた。

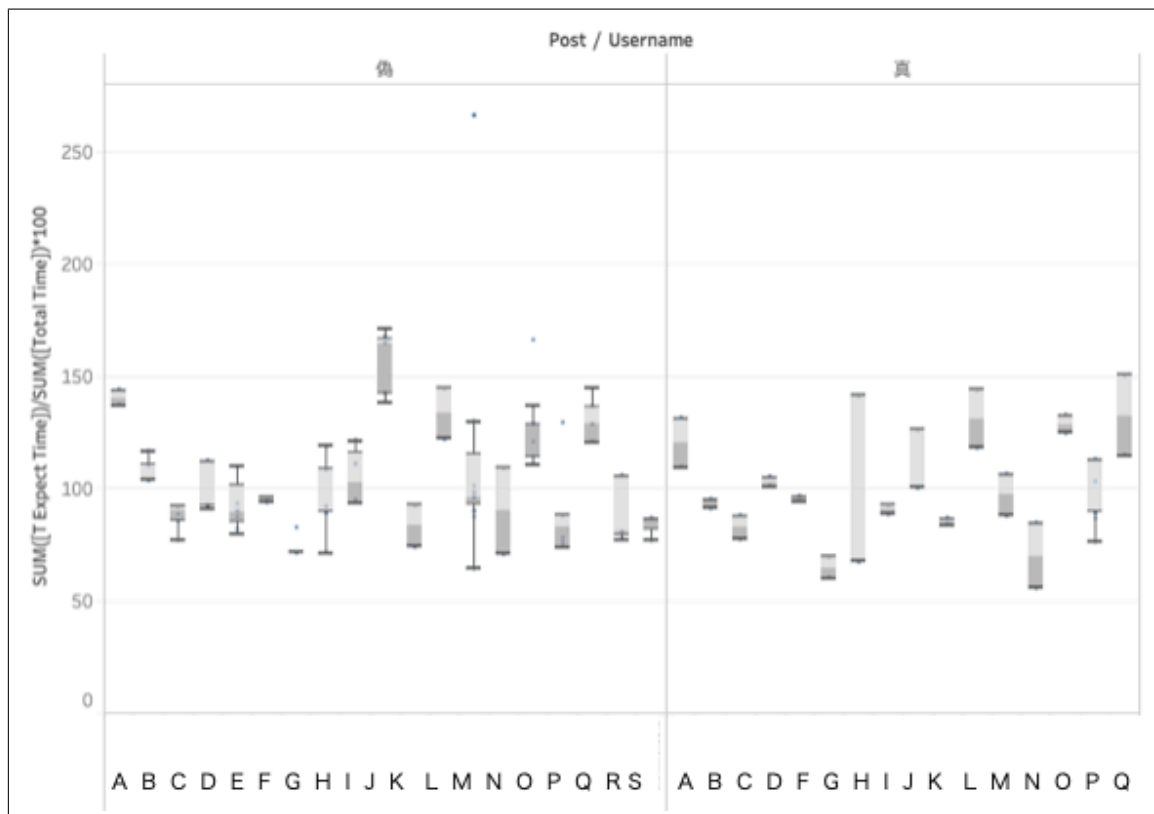


図 5.5 ADLogger 導入前後の比較 (総合時間 (%))

## 5.4 今後の展望

### 5.4.1 ADLogger

ADLogger の導入前後で予測時間とのズレが少なくなったと述べたが、これは実態時間が予測時間より長い時だけでなく短い時も同様に発生する。つまり被験者によっては無意識に時間にゆとりを持っていたにも関わらず ADLogger 導入によってバッファが短くなってしまう可能性が発生する。バッファの短縮を阻止し、最適な時間を提案する為には本実験で用いた計算手法の改善やユーザ別もしくはユーザのタイプ別に計算手法を変えていく機能が必要であると考えられる。

また、インタビューを用いて改善すべき点を被験者に伺ったところ、多くの改善案が提案された為、少しずつ改善していく必要がある。まず短期的な UI 改善においては検索機能の搭載やタスク登録後自動的にタイマーが面に戻る機能、ルーティンのオンオフの切り替えの簡易化などが挙げられた。またタスク登録にて提示される登録タスク候補はサーバに保管されたタスクと同期していない点や自分の設定が ADLog 画面でしか確認が難しい点が問題点に上がった。長期的な UI 改善としては音声の指示、トラッキングと言った計測の負担を減らす手法が提案された。

### 5.4.2 実験環境

本実験では被験日には実験者と zoom で話すというプロセスが組み込まれている。カメラオフ・実験中はマイクオフで参加可能であるとしたものの、実験の度に実験者と会い、実験終了まで実験者が待っているという環境はそれだけでも必要以上に実験の存在を意識する可能性がある。実際に被験者の一部はインタビューの際「実験中実験者をを待たせてしまうのは申し訳ないので早めに行動した」と答えた人がいた。このことからより実態にあった自然なデータを取得する為には実験は実験者と会わずにシステム内で完結させる必要がある。

また、実験は実際に普段行っている朝の支度を再現してもらった為、一人一人行った作業は異なる。加えて実験した場所はそれぞれの自宅なので環境が異なる場合がある。例えば実家暮らしだと一人暮らしの被験者とは違い他の家族の行動によって時間をずらす必要が生じる。特に実験中に引越した被験者がおり、一部の被験者はルーティンの変化などに影響がある可能性がある。このことから行うタスクを均質にして同環境下で実験する事併せて行うとより傾向が分かりやすい可能性が高い。

### 5.4.3 評価手法

今回の実験は短期間かつ少人数で実施した為、アプリケーションの普遍的な効果を実験・データ数のみで評価することは厳しいと考えられる。この為被験者人数と日数はより増やした検証を行う必要がある。特に「逆算が苦手である為時間管理が難しい」人を絞り込み、効果検証を行えばもっと精度の高い評価が得られる可能性がある。

また評価に関して今回の実験は  $y=ax$  の傾向線を用いて行ったが、そもそも見積もりの予測傾向に関する理想のモデルは線形とは限らない。予測傾向に関するモデルの先行研究が存在しない為、今後実験を通して最適な傾向モデルを模索していく必要がある。

さらにインタビューで得られた意見・感想元に更なる仮説の検証やインタビューによって得られた因子をもとにアンケートを作成し統計的に評価しなおす意義があると考ええる。

最後に今回はルーティンに対する慣れの因子がより強く出ていたが、本来は情報処理能力と多次元処理能力と言った「マルチタスク」に関する能力 [?] や時間感覚 [?] の個人差による違いも出る可能性がある。先ほどあげた因子の他にも時間の見積もり自体は個人間でも均一になりにくい事など偏り及び多くの交絡因子が考えられ、時間把握の能力策定には更なる収集が必要である。

## 5.5 応用例

本節では、今後の展望を応用例と共に述べる。

本アプリケーションと似た機能を応用すれば朝の準備時間に限らず課題など別のタスクへの応用も可能であると考えられる。さらにアプリケーションの UI 改善において加速度センサーなどを用いた動作検知や機械学習を用いた予測精度の向上が期待できる。また、ユーザ層への理解を深めることによってまだまだ発展途上である時間管理ないしは逆算に関する研究の貢献も期待できる。

## 5.6 本論文のまとめ

本論文では、タスク毎の時間及び合計時間の見積もり精度を向上させるために ADLogger を提案・実装した。ADLogger はストップウォッチで記録されたタスク毎の時間を基にユーザの行動時間傾向を予測し必要時間見積もりを簡単に導き出せるアプリケーションである。評価実験は総勢 19 名の被験者に協力頂き朝の準備支度を想定した環境で ADLogger を使ってもらい評価実験を行った。結果見積もりの時間と実態の時間のばらつきを縮小させた事が示唆された。一方で被験者によっては余裕がある予測時間を削る方向で縮小させてしまったり、個人差の大きさなどが問題点として残った。今後はユーザのタイプに合わせた機能の変化や見積もりの時間の最適化が求められる。

表 5.4 ADLogger 導入前後の係数の比較 (ユーザ別 3)1 位から 8 位

No.	Username	p 値	DF	条件	値	標準誤差	t 値	p 値
1	J	< 0.0001	10	平均 Tasktime	1.92944	0.0937246	20.5863	<0.0001
		< 0.0001	10	平均 Total Time	1.54632	0.0403262	38.3452	<0.0001
		< 0.0001	8	平均 Tasktime	1.06984	0.110302	9.69922	< 0.0001
		< 0.0001	8	平均 Total Time	1.09579	0.0427638	25.6242	< 0.0001
2	Q	< 0.0001	8	平均 Tasktime	1.6865	0.105067	16.0516	< 0.0001
		N/A	8	平均 Total Time	1.27716	*		
		< 0.0001	7	平均 Tasktime	1.65899	0.0583316	28.4406	< 0.0001
		N/A	7	平均 Total Time	1.27876	*		
3	A	<0.0001	7	平均 Tasktime	1.47383	0.147837	9.96928	< 0.0001
		N/A	7	平均 Total Time	1.40227	*		
		< 0.0001	7	平均 Tasktime	1.39344	0.0977549	14.2544	< 0.0001
		N/A	7	平均 Total Time	1.18316	*		
4	L	0.0080992	5	平均 Tasktime	1.25206	0.294669	4.24905	0.0080992
		N/A	5	平均 Total Time	1.31654	*		
		0.0251471	5	平均 Tasktime	1.23513	0.391091	3.15816	0.0251471
		N/A	5	平均 Total Time	1.28689	*		
5	B	< 0.0001	6	平均 Tasktime	1.14357	0.02087	54.7949	<0.0001
		< 0.0001	6	平均 Total Time	1.05631	0.0145376	72.6607	<0.0001
		<0.0001	6	平均 Tasktime	1.03551	0.0634924	16.3092	< 0.0001
		< 0.0001	6	平均 Total Time	0.942548	0.0057161	164.893	<0.0001
6	O	0.000142	8	平均 Tasktime	1.11809	0.165136	6.77069	0.000142
		< 0.0001	8	平均 Total Time	1.22626	0.0407566	30.0873	<0.0001
		0.0062528	3	平均 Tasktime	1.43583	0.208268	6.89416	0.0062528
		N/A	3	平均 Total Time	1.28459	*		
7	D	<0.0001	11	平均 Tasktime	1.00217	0.056799	17.6442	<0.0001
		< 0.0001	11	平均 Total Time	1.02381	0.0305331	33.5312	<0.0001
		<0.0001	11	平均 Tasktime	0.992669	0.0781869	12.6961	<0.0001
		< 0.0001	11	平均 Total Time	1.03898	0.0052386	198.331	<0.0001
8	F	<0.0001	7	平均 Tasktime	1.00153	0.0343844	29.1276	< 0.0001
		N/A	7	平均 Total Time	0.952116	*		
		<0.0001	7	平均 Tasktime	0.967627	0.0088799	108.968	<0.0001
		N/A	7	平均 Total Time	0.953311	*		

表 5.5 ADLogger 導入前後の係数の比較 (ユーザ別 3)9 位から 6 位

No.	Username	p 値	DF	条件	値	標準誤差	t 値	p 値
9	H	0.0004034	9	平均 Tasktime	0.998989	0.183158	5.45425	0.0004034
		N/A	9	平均 Total Time	0.887658	*		
		0.0174825	8	平均 Tasktime	0.692138	0.231918	2.98441	0.0174825
		< 0.0001	8	平均 Total Time	0.859083	0.112275	7.65162	<0.0001
10	S	0.0136386	3	平均 Tasktime	0.979019	0.18738	5.22477	0.0136386
		N/A	3	平均 Total Time	0.836375	*		
11	C	< 0.0001	5	平均 Tasktime	0.959886	0.0482804	19.8815	<0.0001
		N/A	5	平均 Total Time	0.870169	*		
		< 0.0001	5	平均 Tasktime	0.886581	0.0296938	29.8574	< 0.0001
		N/A	5	平均 Total Time	0.820953	*		
12	N	0.0019004	5	平均 Tasktime	0.953303	0.159916	5.96128	0.0019004
		0.0001412	5	平均 Total Time	0.887634	0.0853003	10.406	0.0001412
		< 0.0001	5	平均 Tasktime	0.871734	0.0323679	26.9321	< 0.0001
		N/A	5	平均 Total Time	0.644673	*		
13	M	< 0.0001	14	平均 Tasktime	0.947786	0.0521946	18.1587	<0.0001
		<0.0001	14	平均 Total Time	1.05179	0.118143	8.90266	<0.0001
		< 0.0001	7	平均 Tasktime	0.983219	0.0707169	13.9036	< 0.0001
		<0.0001	7	平均 Total Time	0.952296	0.0336015	28.3409	<0.0001
14	R	< 0.0001	6	平均 Tasktime	0.92838	0.043237	21.4719	<0.0001
		<0.0001	6	平均 Total Time	0.954605	0.0534942	17.845	<0.0001
15	P	< 0.0001	9	平均 Tasktime	0.889135	0.11981	7.4212	<0.0001
		< 0.0001	9	平均 Total Time	0.848489	0.0455663	18.621	< 0.0001
		< 0.0001	8	平均 Tasktime	0.820217	0.0635859	12.8994	<0.0001
		< 0.0001	8	平均 Total Time	0.951955	0.0447037	21.2948	<0.0001
16	I	0.0001697	7	平均 Tasktime	0.874469	0.120593	7.25141	0.0001697
		<0.0001	7	平均 Total Time	1.03927	0.0431656	24.0763	<0.0001
		<0.0001	7	平均 Tasktime	1.05838	0.116664	9.07201	< 0.0001
		N/A	7	平均 Total Time	0.905064	*		

表 5.6 ADLogger 導入前後の係数の比較 (ユーザ別 3)17 位から 19 位

No.	Username	p 値	DF	条件	値	標準誤差	t 値	p 値
17	G	N/A	5	平均 Tasktime	0.854893	*		
		N/A	5	平均 Total Time	0.729626	*		
		N/A	5	平均 Tasktime	0.675976	*		
		N/A	5	平均 Total Time	0.641212	*		
18	K	<0.0001	9	平均 Tasktime	0.801225	0.0669776	11.9626	< 0.0001
		N/A	9	平均 Total Time	0.815095	*		
		<0.0001	9	平均 Tasktime	0.984262	0.0506523	19.4317	<0.0001
		N/A	9	平均 Total Time	0.850294	*		
19	E	0.0015835	7	平均 Tasktime	0.694461	0.139178	4.98974	0.0015835
		<0.0001	7	平均 Total Time	0.895243	0.031573	28.3547	<0.0001

表 5.7 ADLogger 導入前後の係数の比較 (ユーザ別 2)

フィールド	DF	SSE	MSE	F	p 値
Tasktime Before	18	1564872.2	86937.3	3.81751	<0.0001
Total Time Before	18	16752852	930714	3.10785	<0.0001
Tasktime After	15	844067.04	56271.1	2.03804	0.0187217
Total Time After	15	5727820.3	381855	6.23316	<0.0001

表 5.8 平均と標準偏差による ADLogger 導入前後比較

	タスク時間 (秒)	タスク時間 (%)	総合時間 (秒)	総合時間 (%)
平均 (導入前)	28.12	136.59	-21.37	105.89
平均 (導入後)	20.46	121.24	-49.89	100.98
標準偏差 (導入前)	193.02	102.47	460.50	29.10
標準偏差 (導入後)	169.93	62.55	356.20	25.37



# 謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP19K20260 の助成及び JST, CREST, JPMJCR19A4 の支援を頂きました。

本研究を進めるにあたり、ご指導頂きました慶應義塾大学環境情報学部教授中澤仁博士をはじめとした RG の指導教員の方々に深く感謝致します。また、慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科准教授矢作尚久博士、慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科特任准教授大越匡博士、慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科陳寅特任講師、慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科研究員伊藤友隆氏をはじめとした多くの皆様には、本論文の執筆に当たって御助言を賜りました事を深く感謝致します。続いて、大学院博士課程川本章太氏、大学院修士課程羽柴彩月氏、大学院修士課程勝又健登氏をはじめとした諸先輩方には折りに振れ貴重なご助言を頂きました事を深く感謝の意を表します。また、研究活動及び学生生活の中で中澤研究室・及び矢作研究室の方々には実りの多いかけがえのない時間を共にさせて頂きました事を深く感謝致します。最後に、大学 4 年間に渡る生活を支えてくれた家族に感謝致します。

2021 年 2 月 2 日

助川 友理

## 参考文献

- [1] Hiroki Sakamoto. Routinetimer. <https://apps.apple.com/jp/app/id1455443503>.
- [2] Sayaka Tomi. Taskuma. <https://apps.apple.com/jp/app/taskuma-taskchute-for-iphone/id896335635>.
- [3] LITALICO. ねずみタイマー. <https://app.litalico.com/mousetimer/jp.html>.
- [4] TOSHIKI TAKEUCHI. Willdo. <https://apps.apple.com/jp/app/willdo-ライフログから未来が分かる/id897352092>.
- [5] 井邑 智哉, 高村 真広, 岡崎 善弘, and 徳永 智子. 時間管理尺度の作成と時間管理が心理的ストレス反応に及ぼす影響の検討. *心理学研究*, (87):374, 2016.
- [6] 日本時計協会. 時計の歴史. <https://www.jcwa.or.jp/etc/history.html>.
- [7] Frederick Winslow Taylor. *The Principles of Scientific Management*. Harper and Brothers, 1911.
- [8] 株式会社クラウドワークス. プロジェクトの成否を分ける！ pm なら知っておきたい 4 つの工数見積もり手法. <https://www.innopm.com/blog/2018/05/30/>, 5 2018.
- [9] Saul I Gass. *Encyclopedia of Operations Research and Management Science*. Kluwer Academic Publisers, 2001.
- [10] J. Barling, E. K. Kelloway, and D. Cheung. Time management and achievement striving interact to predict car sale performance. *Journal of Applied Psychology*, 81(6):821–826, 12 1996.
- [11] Bruce Britton and Abraham Tesser. Effects of time-management practices on college grades. *Journal of Educational Psychology*, 83:405–410, 09 1991.
- [12] Mark Trueman and James Hartley. A comparison between the time-management skills and academic performance of mature and traditional-entry university students. *Higher Education*, 1996.
- [13] Therese Macan. Time management: Test of a process model. *Journal of Applied Psychology*, 79:381–391, 06 1994.
- [14] Brigitte J.C. Claessens, Wendelien van Eerde, and Christel G. Rutte. A review of the time management literature. *Personal Review*, page 255–275, 2007.
- [15] 金子 智栄子 and 小暮 由紀子. 女子大学生の遅刻に関する研究—遅刻者の状況と意識, 並びに性格的特徴と学校適応感について—. *文京学院大学研究紀要*, 7(1):193–202, 12 2005.
- [16] Alan Lakein. *How to Get Control of Your Time and Your Life*. P. H. Wyden, 1973, 2 1989.
- [17] Michael Roy, Scott Mitten, and Nicholas Christenfeld. Correcting memory improves accuracy of predicted task duration. *Journal of experimental psychology. Applied*, 14:266–75, 10 2008.
- [18] Michael M. Roy and Nicholas J. S. Christenfeld. Bias in memory predicts bias in estimation of future task duration. *Memory & Cognition*, 35(3):557–564, 2007.

- [19] 大黒 静治. 時間評価研究の概観. *心理学研究*, 32(1):44–54, 1961.
- [20] 村上 勝典. 時間評価に関する心理学的研究 —青年期における男女差の検討—. page 7–11, 2016.
- [21] Michael M Roy, Nicholas J S Christenfeld, and Craig R M McKenzie. Underestimating the duration of future events: memory incorrectly used or memory bias? *Psychol Bull*, 131(5):738–756, Sep 2005.
- [22] 加藤 昭吉. 計画の科学—どこでも使える *PERT・CPM*. 講談社, 1965.
- [23] 田山 忠行. 近年の時間知覚研究の諸問題とモデル. 北海道大学文学研究科紀要, July 2018.
- [24] 酒井 保治. 日常生活動作, 医学大辞典. 第 2 版. 医学書院, 2003.
- [25] Francesco Cirillo. pomodoro-technique. <https://francescocirillo.com/pages/pomodoro-technique>.
- [26] CreativeBrain. Justtime. <https://apps.apple.com/jp/app/just-time/id904179918>.
- [27] Inc. Back4App. Back4app. <https://www.back4app.com>.
- [28] Inc. Zoom Video Communications. zoom. <https://zoom.us/jp-jp/meetings.html>.
- [29] Inc. Tableau Software. Tableau. <https://www.tableau.com/ja-jp>.
- [30] Iring Koch, Edita Poljac, Hermann Müller, and Andrea Kiesel. Cognitive structure, flexibility, and plasticity in human multitasking—an integrative review of dual-task and task-switching research. *Psychol Bull*, 2018.

## 付録 A

# インタビュー質問項目

1. 予定の立て方について（見積もりは最短～最長時間のどの辺りか、見積もりによって動いた結果予測していた質と同じか）
2. 体調やモチベーションなど時間管理精度の低下に繋がる要因があったか
3. タスクをこなす際順序や外部要因（家族など）予期せぬ事態がおきたか
4. 実験前における時間管理に対する苦手意識の有無
5. 普段日常生活動作が連続したルーティンであるか
6. 普段オン・オフの日にルーティン差はあるか
7. その他実験に合わせて変えた行動はあったか
8. 時間管理に対する意識の変化（苦手・ストレスなど）
9. 時間管理に対する慣れの変化
10. 使用したバッファモードに関して（モード/固定）
11. 本アプリケーションの見積もり予測に対する主観としての信憑性
12. 本アプリケーションの良かった点・改善すべき点
13. 本アプリケーションを可能であれば使い続けたいか及びその理由
14. その他感想など