

携帯電話を用いた災害情報収集システムの開発
 - 災害情報収集に必要な時間の検討 -
 Development of a Disaster Damage Collecting System
 Based on Cellular Phone
 - Time Required for Disaster Damage Information Collecting-

○福島 綾子¹, 鄭 炳表², 長谷見 雄二³, 井田 敦之⁴
 Ayako FUKUSHIMA¹, Byeong-pyo JEONG², Yuji HASEMI³ and Atsuyuki IDA⁴

¹ 早稲田大学大学院創造理工学研究科

Graduate student, Waseda Univ.

² 独立行政法人 情報通信研究機構

National Institute of Information and Communications Technology

³ 早稲田大学創造理工学術院教授

Prof, Department of Architecture, Waseda Univ., Dr.Eng.

⁴ 早稲田大学理工学術院総合研究所嘱託

Visiting Research Associate, Research Institute for Science and Engineering, Waseda Univ. M. Eng.

We proposed a disaster information collecting system based on cellular phone for the efficient information collection in situation of serious disaster. For application of disaster information gathered with this system to several decisions, it is necessary to study relationship between passage of time and collecting information skill. In this paper, we advance a basic unit of disaster information collecting time that can be applied to disaster prevention plans from the analysis of the tracking experiments of this system with same examinees for one year.

Keywords : Information collecting system, Cellular Phone, Demonstration experiment, Collecting Time.

1. はじめに

大規模災害後は被災者の救助活動やインフラの復旧作業などに向け、家屋倒壊や火災等の被害に関する情報を収集する必要がある。心理的な混乱や電話の輻輳が発生するような平常時と異なる状況下では、最小限の労力で効率的に情報を集める必要がある。そこで、住民や自治体職員による携帯電話を用いた災害情報収集システムを提案¹⁾した。

一方、現在の行政の防災計画では時間の区切りがなく、安全な避難や十分な救援活動のために必要な情報収集人員や時間の検討が十分ではない。そこで本稿では、2008年から継続して一般市民を対象に行った携帯電話システムによる情報収集実験の結果を分析し、災害時の情報収集計画への時間の概念を導入するために必要な原単位と計算式の提案を行う。

2. 実験概要

2008年から2009年にかけて、20代から70代の男女、延べ140人を対象に実証実験を行った。被験者に情報収集システム搭載の携帯電話を持たせ、コース内の対象物(郵便ポストやコンビニエンスストアなど)の写真などを収集させ、その際の歩行時間(以降「収集時歩行時間」とする)を計測した。また、復路は同じコースを情報収集せずに通常歩行させた歩行時間(以降「非収集時歩行時間」とする)を計測した。

(1) 実験場所

高松市内高松駅前、全長1kmの直線道路の東側歩道にて行った。収集すべき項目(バス停、コンビニ、銀行など)が22点存在する(表1)。

(2) 実験期日

第1回：2008年2月29日,3月1日

第2回：2008年3月28,29日

第3回：2009年2月27,28日

第4回：2009年3月27,28日

第1回の被験者に対し、1ヶ月後の第2回、1年後の第4回も同様の実験を実施した。第3回は高齢者層の母数を増やすための追加実験として実施し、参加者は1ヶ月後の第4回に参加した。初日のみ携帯電話システムの作業方法の説明を行い、2回目以降は操作説明を一切せずに操作・歩行させ、説明後、長期間が経過した際の操作の様子を測定した。

(3) 被験者情報

各回の参加者の年代別構成を表2に示す。第2回、第4回には各年代で引越しや体調不良などにより1~3人程の欠員があった。操作や歩行特性の個人差が大きい50代以上は、より信頼度の高い数値を得るために被験者の人数を多めに設定した。

表1 収集すべき項目の数 [件]

| 対象物 | コンビニ | バス停 | 自販機 (清涼飲料水) | 郵便ボ スト | 銀行 | 電話 ボックス | 合計 |
|-----|------|-----|----------------|-----------|----|------------|----|
| 個所数 | 2 | 7 | 5 | 2 | 4 | 2 | 22 |

3. 結果

(1)1 件の情報収集に要する時間

収集時歩行時間と非収集時歩行時間との差を、収集した情報の件数で除し、一件の災害情報収集に要した時間を求めた。その際、各人の収集項目数に着目し、1 件以上情報を収集できた被験者を、操作能力はあるが機械の不具合などが原因で情報の収集ができなかったものと捉え、収集すべき項目の総数 22 で除した数値と、各個人が実際に収集に成功しサーバにデータが残された件数で除した数値を比較した。結果は図 1 に示すように、40 代以下ではどちらの算出方法でも、1 件の情報収集に要する時間はほぼ同じだった。50 代以上では実際の情報収集数が 22 を下回る被験者が多かったため、情報収集数で除した時間が長くなっている。収集項目数の差が生じる原因として、収集すべき事物の見逃しや、操作ミス、機械の不具合など様々な原因が考えられ、被験者自身に起因するとは限らないため、本稿では 1 件でも収集できた被験者を収集能力があると捉え総数 22 で割る算出方法と、実際に収集できた件数で割る算出方法の両方を検討する。

図 2,3 にシステム操作方法習得時からの時間経過に伴う情報収集に要する時間の推移を示す。50 代は第 1 回の実験からの継続参加者がいないため 1 年後のデータがない。

40 代以下では時間が経過しても収集時間の変化がみられないが、50 代以上では回ごとのばらつきが大きい。1 年後の 60 代以上の情報収集にかかる時間が短縮されているのは、継続参加者が少数である上に起動ミスなどによる計測不可の状況が発生したためである。

2 回目以降の所要時間を平均し、年代ごとの一件の災害情報収集に要する時間を求めた(表 3)。ここで初回を除外したのは、災害直後に本システムを用いて情報収集を行う際に、以前に操作方法を習得し、一度は使用経験があり、かつ説明を受けずに操作させることを想定したためである。

(2)歩行速度

実験コースの距離を非収集時歩行時間で除し、通常の歩行速度(以降「実験値」とする)を求めた。この歩行速度の妥当性を評価するために、文献との比較を行った。

①自由歩行速度と実験値の比較(図 3)

全年代において文献における自由歩行速度^[2]が実験値を下回った。これは、自由歩行速度が出勤途中等の特殊な条件下の歩行者を除外し算出した値だったのに対して、実験の被験者がゴールを目指して少々急いだ歩行特性を有していたからだと考えられる。

②体力測定値と実験値の比較(図 4)

平成 19 年体力測定^[3]では、被験者がトラック上を急いで歩く歩行時間を計測している。実験では信号待ちや他の交通との兼ね合いがあるため、体力測定値に対して遅くなっている。

実験データが自由歩行速度の誤差の範囲内に含まれているため、実験データを妥当な値と判断し次章以降で各年代の通常歩行速度として用いる。

(3)操作を思い出すまでに要する時間

2 回目以降の実験結果の GIS データより、1 件目の情報収集を行った時刻とスタート時刻の差を求め、操作方法を思い出すまでに要する時間とし、図 6 に示した。ここでは、被験者が操作を思い出す際、歩行しながらだったのか、通常通り歩行し目標物の前で立ち止まっていた

のか判別できないため、スタートから 1 件目への歩行距離や個人の歩行速度は考慮せず、情報収集行為を始めるまでの経過時間を求めた。

年齢が上がるにつれ、操作を思い出し情報収集を開始するまでに時間がかかり、20 代と比較し 50 代では 3 倍、60 代では 5 倍の時間を要した。

表 2 年代別参加者数 [人]

| | 20代 | 30代 | 40代 | 50代 | 60代 | 合計 |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 第1回 | 7 | 6 | 6 | 5 | 5 | 29 |
| 第2回 | 6 | 6 | 6 | 5 | 4 | 27 |
| 第3回 | 0 | 0 | 0 | 15 | 17 | 32 |
| 第4回 | 5 | 3 | 5 | 19 | 20 | 52 |
| 合計 | 18 | 15 | 17 | 44 | 46 | 140 |

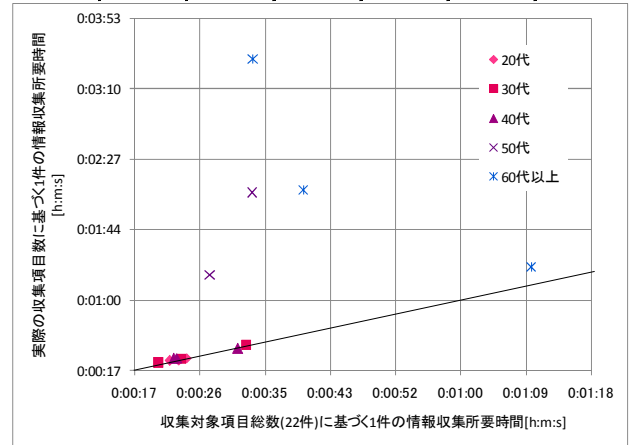


図 1 1 件の情報収集に要する時間の算出方法別比較

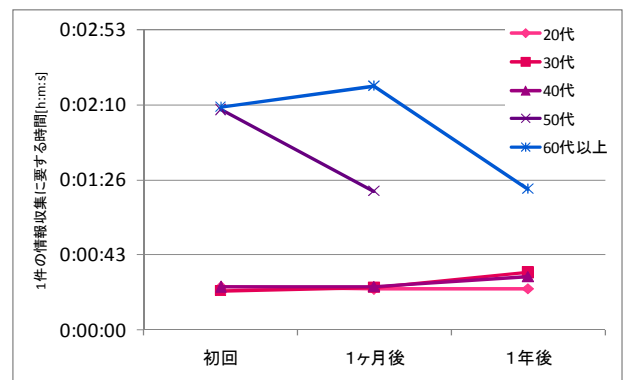


図 2 実際の収集項目数から求めた 1 件の情報収集に要する時間

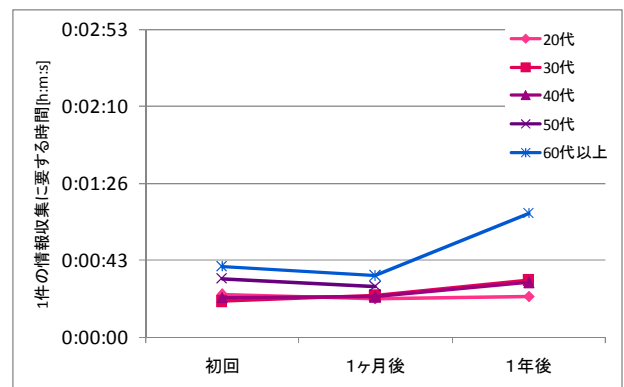


図 3 収集対象項目総数(22 件)から求めた 1 件の情報収集に要する時間

表3 1件の災害情報収集にかかる時間

| 年代 | 20代 | 30代 | 40代 | 50代 | 60代以上 |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 実際の収集項目数で除した時間[m:s] | 00:24 | 00:29 | 00:28 | 01:16 | 01:51 |
| 22で除した時間[m:s] | 00:23 | 00:28 | 00:27 | 00:29 | 00:52 |

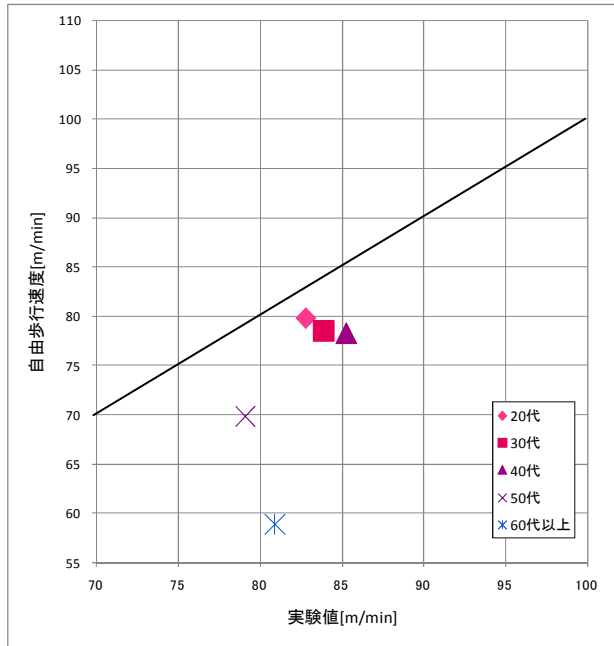


図4 自由歩行速度と実験値の比較

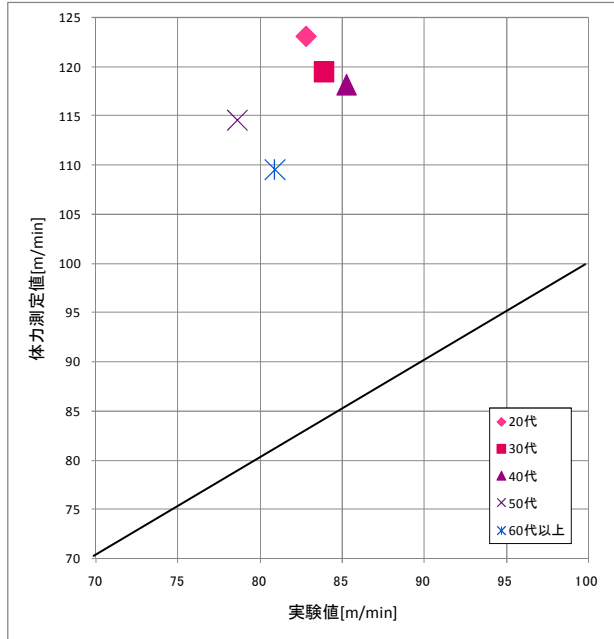


図5 体力測定値と実験値の比較

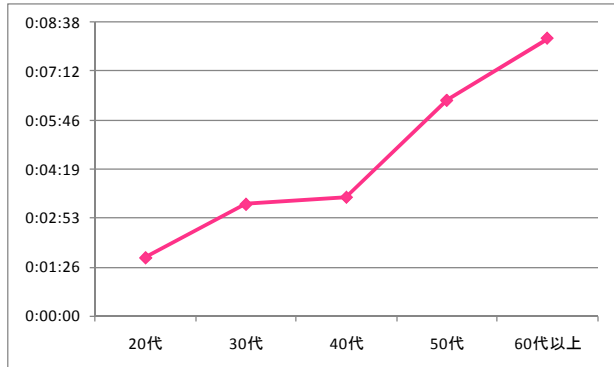


図6 操作を思い出すまでに要した時間 [h:m:s]

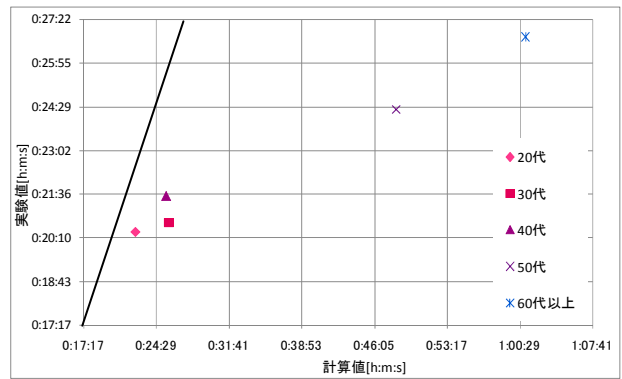


図7 情報収集時歩行時間と実際の収集項目数に基づいた計算値の比較

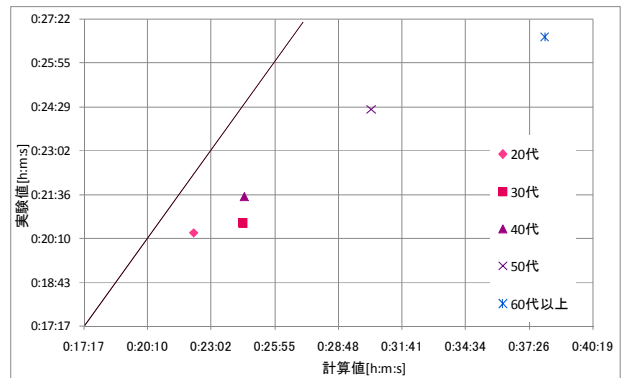


図8 情報収集時歩行時間と収集対象項目総数(22件)に基づいた計算値の比較

4. 計算式の検討・実験結果への適用

ある地域における情報収集に要する時間(T)を次式で求められるものとする。

$$T = t^1 + t^2 + t^3 \quad (1)$$

$$t^1 = \frac{L}{v} \quad (2)$$

$$t^2 = mnR \quad (3)$$

t^1 : 歩行に要する時間 [s]

t^2 : 情報収集に要する時間 [s]

t^3 : システムの操作を思い出す迄の時間 [s]

L: 情報収集する距離 [m]

v: 通常の歩行速度 [m/s]

m: 情報を一件収集するのに要する時間[s/件]

n: 収集対象総数 [件]

R: 家屋被害率^[注1]

ここでの家屋被害率 R を求める際、(4)式^[4]を用いる。SIは最大地動速度である。

$$R = 1.21 \cdot 10^{-4} (SI - 30)^{1.51} \quad (4)$$

実験コース上には建築物などの収集対象が 53 件存在しており、家庭用マイコンメータがガス供給を停止する加速度 250 ガル^[5]の地震発生を仮定すると、

$$nR \approx 22 \quad (5)$$

と求められ、実験での情報収集対象項目数に合致する。

(1)-(3)式に高松実験の各年代の歩行速度と一件の情報収集に要する時間の平均値を代入し、情報収集時間を算出した。実験結果と比較した(図 7,8)

全ての年代で計算値が実験値を上回った。40 代以下は 5 分程度の差にとどまったが、高齢になるほど実験値との差が大きくなり、特に実際の収集項目数に基づいた計算では 50 代では 23 分、60 代以上では 34 分の差を生じた。

また、1 件の情報を収集する際に要する時間の計算方法(3(1)で比較)は、収集対象項目総数(22 件)に基づいた計算方法が実際の実験値との差が少なくなった。

5. まとめ

本研究では、災害時の情報収集計画の所要時間を求める際の計算式を提案した。提案式に被験者の歩行速度と 1 件の情報収集に要する時間を適用し計算を行ったところ、計算結果が実験結果を上回ったが、40 代以下では計算値と実験値が概ね同じであった。

今後は高齢者への計算式適合を目指し、年齢による係数の導入などを検討していく。同時に異なる地域における情報収集時間の計算を行うことで、より一般的に機能する式を目指した検討が必要だと考える。

参考文献

1. 鄭 炳表, 座間 信作, 遠藤 真, 滝澤 修「携帯電話を用いた災害時の情報収集システムのプロトタイプの開発」地域安全学会梗概集 (21) pp.15-16 20071100
2. 阿久津邦男「歩行の科学」pp.54-57
3. 文部科学省「平成 19 年度体力・運動能力調査」
4. 座間信作, 遠藤真「限られた実被害情報に基づく全被害数の推定」地域安全学会梗概集(22) pp.9-10 20080500
5. 気象庁「地震時の防災対応等の例」震度に関する検討会 (第 3 回)資料 2-3