

原著論文

スマートフォンを利用した Visual Analog Scale の実施について
Ecological Momentary Assessment に向けた入力端末の違いによる評価値への影響の検討中村 亜紀¹⁾, 忽那 公範²⁾About a trial of Visual Analog Scale using a smartphone: Examination of the effect on value
by the difference of the input terminal for Ecological Momentary AssessmentAki Nakamura¹⁾ and Kiminori Kutsuna²⁾

We examined that tablet computer and smartphone could use as a tool to Ecological Momentary Assessment. We adopted Visual analog scale (VAS) as a scale of EMA. Generally, a straight line of 100 mm is used when we perform VAS. In this study, we examined the error with the value to be obtained in normal VAS and short VAS and examined the reliability of the input to short VAS. 20 young women input mood at that time in order of paper VAS, iPad, a smartphone at the point of at 10:00, 12:00 and 15:00. It was mean -0.416 (variance 43.94) on differences between smartphone and paper VAS. It was mean 0.25 (variance 34.70) on differences between iPad and paper VAS. There is no significant difference by t test. The ICC of paper VAS and iPad, single measurements 0.969 ($p < 0.001$), mean measurements 0.984 ($p < 0.001$), the Cronbach α coefficient were 0.984 . The ICC of paper VAS and the smartphone, single measurements 0.957 ($p < 0.001$), mean measurements 0.978 ($p < 0.001$), the Cronbach α coefficient were 0.978 . Both smartphone and iPad showed very high reproducibility. VAS using the conventional paper had been conducted by scales 100 mm or more, but was able to test that we could treat even a scale of around 50 mm of the smartphone equally.

1. はじめに

日常生活下モニタリングの有用性が言われている。日常生活モニタリングは Ecological Momentary Assessment (以後 EMA とする) と呼ばれ, Shiffman ら (Shiffman, et al, 2008) により開発された「日常生活の中で実際にその事象が起こっているその場で」, 「そのときその瞬時に」評価・記録する方法のことである^{1) 2)}。Csikszentmihalyi ら (Csikszentmihalyi, et al, 1977) により開発された経験サンプリング法 (experience sampling) は日常生活を送っている調査対象者に対し, 数日間にわたって一日数回, 定刻もしくは無作為な時刻における測定を実施するという調査手法であり³⁾, EMA とほぼ同義に捉えられる。我々が行う EMA とは日常生活下において, 一定期間の中で繰り返し測定を実施するものとする。

EMA は, 測定によって得られたデータがどれだけ実際の行動や状態を反映しているか, という点で生態学的妥当性が高いと考えられている⁴⁾。人に関するデータは,

その対象が非日常に置かれることによって影響を受けることが知られている。たとえば白衣高血圧は診察室や医療スタッフなどの存在が血圧に影響を及ぼし, 平常時の血圧よりも高い血圧を示すものである。EMA のように日常生活の中で得られるデータは, 対象の普段の値を得ることができ, また普段の生活条件の中で繰り返しデータを得ることによって, 事象出現機会の見落としを防止, 変動状況を含めたより精密な状態を知ることができ。これらのメリットを持った客観的モニタリングとして, ホルター心電図による心電図測定や 24 時間血圧計 (ABPM), アクチグラフによる身体活動測定などはすでによく行われている観察方法である。

近年では, 心理プロセスについても同様に EMA の試みが行われている。対象の現在の心理状態または過去のプロセスを知るために, EMA 以外では過去の一定期間や平均的状态を思い出してどうであったかを 3 段階や 4 段階といったレベルを示して問う方法がよくとられている。しかし, 過去の思い出しには, バイアスの問題があるといわれている。思い出しにおけるバイアスとは, 人間が記憶を思い返す際には, 単純な忘却が起こりえると

1) 京都女子大学家政学部生活福祉学科

2) 三井化学株式会社ヘルスケア事業本部

ともに、記憶を思い出すその時点の状態によって、記憶は本人にとって解釈しやすいものへと修飾されてしまうことがあることをいう⁵⁾。思い出しのバイアスを避けるために行われたのは、日記形式の記録法である。しかし Stone ら (Stone, et al, 2002) の調査⁶⁾ は、日記形式の記録法には記録すべき時間に記録しないケースが多く出現し、想起による記録と同様に記憶によるバイアスが混入するため、データの信頼性が低下することを示している。その後、携帯型通信機器の普及によって対象者に入力時間を通知することが可能となり、それらを活用した EMA の実施が試行されるが、その経過については尾崎ら (尾崎他 2015) の報告書に詳しい⁷⁾。

我々は、心理プロセスについて EMA を行うためのツールとして、タブレット端末とスマートフォンをとりあげ、利用可能かについての検討を行った。総務省の通信利用動向調査において、タブレット端末の普及率は近年増加傾向にあり、スマートフォンはすでに 65% 程度の普及率となっており、多くの人にとって身近に使える機器となっている。これらのモバイル端末を利用して心理プロセスの EMA ができれば、現在よりも対象の負担が少なく、研究者にとっても日々の心理プロセスと様々なアウトプットに関しての有益なデータを得ることが可能となる。

EMA を行うにあたり Visual Analog Scale (VAS) を利用した。VAS は感覚量を線分の長さで表現するものであり、通常 100 mm の線分の両端に「全くなし」「最大」といった形容詞が付けられ、回答者は線分上の該当の位置にしるしを付ける。VAS は対象の主観でしかその程度を測ることが出来ない痛みや悲しみ、痒みなどについて、その程度と変化の推移を第三者が測り知ることを可能にする。VAS を応用した調査法で、東日本大震災前後の関東地域の人々の気分の動きをとらえた報告が

ある⁸⁾。人の気分の変動は 1 日のうちでも起こり、1 週間、1 ヶ月内にダイナミックに変動することを示している。そのため気分や心理プロセスを機敏に捕捉するには、気分や心理状態を数段階の間隔で問う方式よりも、VAS が適していると考えた。

VAS は主観の機敏な変化を捉えるが、一方で紙上 VAS の値は数値解析を行うにあたって、データのデジタル化を必要とするため、大量のデータの取り扱いを困難にしている。モバイル端末は入力値はそのままデジタル値として得られるため、大量のデータを得ることが可能である。紙上 VAS に比べスマートフォンでは直線長は短くなる。モバイル端末の利用により、及び通常使用される VAS よりも短い直線長になることで、従来から行われている VAS の記入結果との評価値の誤差の程度を明らかにし、モバイル端末を使用した時の入力値の信頼性について検討を行った。

II. 方法

1. 対象

20~22 歳の健康な女子大学生 20 名に調査協力を依頼した。

2. 記録方法

各被験者につき、10 時・12 時・15 時の 3 時点で、以下の 3 種の入力を行なった。

紙上 VAS は 100 mm の長さで、左端に「良い気分」、右端に「良くない気分」と表示された横直線に筆記具で縦線を記入した(図 1)。紙上 VAS は記入後すぐに封入し、以後記入値が見られないようにした。

タブレット端末は iPad2 (97 インチ 198 mm × 149 mm) を使用した。iPad は調査者が用意したものを使用している。スマートフォンは調査協力者個人が所有しているもの

ID _____

時刻 _____ : _____

今の気分は？

良い気分 _____ 良くない気分

左から _____ cm

図 1

図 2

を使用した。

タブレット端末及びスマートフォンには気分入力用アプリ Scale of sense (図 2) をインストールし、アプリへの気分入力方法について口頭で説明を行った。入力の練習は行っていない。

Scale of sense は、マーケティングプラクティス株式会社 (<http://mk-practice.co.jp>) により開発・管理されているものである。アプリは個人 ID とパスワードを入力してログインすると、画面上に左端に「良い気分」、右端に「良くない気分」と表示された横直線が示され、その直線上にその時点における気分に応ずる所を指でタッチすることで入力を行う。ポイントした位置が適当であれば【回答を確定】をタッチし、入力画面を終了させる。修正が必要な場合はポイント位置を修正後【回答を確定】をタッチし、入力を終了させた。入力画面終了後は被験者が入力位置、入力値を見返すことはできないようになっている。

入力順序は紙上 VAS、タブレット端末、スマートフォンの順とした。

紙上 VAS の値は直線左端からの距離 (mm) とし、タブレット端末及びスマートフォンの入力値は、サーバーに送られ、それぞれの直線長を 100 とした時の直線左端からの距離 (%) として得た。

3. 分析方法

気分測定モデルを次の式とした。

$$(1) \quad y_{itm} = \beta^G + \beta_i^S + \beta_{it}^{ST} + \beta_m^M + \varepsilon_{itm}$$

y_{itm} : 気分測定値

i : 対象者

t : 時刻

m : 測定法 ($m=1$: スマートフォン, $m=2$: タブレッ

ト端末, $m=3$: 紙上 VAS)

β^G : 総平均 (G: Grand mean)

β_i^S : 対象者の個人差 (S: Subject)

β_{it}^{ST} : 対象者の時刻 t における気分 (T: Time)

β_m^M : 測定法によるバイアス (M: Method)

ε_{itm} : 誤差項

このとき、誤差項は、期待値は 0 (すなわち、 $E(\varepsilon_{itm})=0$) とし、互いに独立とするが、測定法により分散が異なるので、

$$\text{Var}(\varepsilon_{itm}) = \sigma_m^2, \quad m=1,2,3$$

とする。

紙上 VAS で得られる値を基準としたとき、 $\varepsilon_{it}=0$ と仮定すると、

$$(2) \quad y_{it3} = \beta^G + \beta_i^S + \beta_{it}^{ST} + \beta_3^M$$

となる。

これより他の方法 ($m=1$: スマートフォン, $m=2$: タブレット端末) について

$$(3) \quad d_{it}^{(1)} \equiv y_{it1} - y_{it3} = \beta_1^M - \beta_3^M + \varepsilon_{it1},$$

$$(4) \quad d_{it}^{(2)} \equiv y_{it2} - y_{it3} = \beta_2^M - \beta_3^M + \varepsilon_{it2}$$

が得られる。両式は、観測値が n ($=60$) 個あって平均が μ であるような

$$y_i = \mu + \varepsilon_i, \quad i=1, \dots, n$$

というモデルとみなす。

$d_{it}^{(1)}$ あるいは $d_{it}^{(2)}$ を y_i と見立て、 $\beta_1^M - \beta_3^M$ あるいは $\beta_2^M - \beta_3^M$ を μ と見立てた。

平均 μ の推定値 $\hat{\mu}$ と ε_i の分散 $\sigma^2 = \text{Var}(\varepsilon_i)$ の推定値 $\hat{\sigma}^2 =$

$v(\varepsilon_i)$ はそれぞれ

$$\hat{\mu} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i, \quad \hat{\sigma}^2 = v(\varepsilon_i) = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{\mu})^2$$

と推定できる。これに倣い

$$(5) \quad \widehat{\beta_1^M - \beta_3^M} = \frac{1}{IT} \sum_{i=1}^I \sum_{t=1}^T d_{it}^{(1)} = \bar{d}^{(1)},$$

$$v(\varepsilon_{it1}) = \frac{1}{IT-1} \sum_{i=1}^I \sum_{t=1}^T (d_{it}^{(1)} - \bar{d}^{(1)})^2,$$

$$(6) \quad \widehat{\beta_2^M - \beta_3^M} = \frac{1}{IT} \sum_{i=1}^I \sum_{t=1}^T d_{it}^{(2)} = \bar{d}^{(2)},$$

$$v(\varepsilon_{it2}) = \frac{1}{IT-1} \sum_{i=1}^I \sum_{t=1}^T (d_{it}^{(2)} - \bar{d}^{(2)})^2$$

とした。

$\bar{d}^{(1)}$ と $\bar{d}^{(2)}$ はそれぞれスマホと iPad による測定の紙測定からのバイアスになる。帰無仮説 $H_0: \beta_m - \beta_3 = 0$ に対する検定統計量は

$$t = \bar{d}^{(m)} / \sqrt{v(\varepsilon_{im}) / (IT-1)}$$

で、これを自由度 $IT-1$ の t 分布に照らして検定した。またそれぞれの測定法の精度は $v(\varepsilon_{it1})$ と $v(\varepsilon_{it2})$ の値でみた。

次に、紙上 VAS 値を基準として、同時点に取られたタブレット端末値及びスマートフォン値との級内相関係数 (ICC) を求め、入力方法を変えた繰り返し 2 回の測定データとして信頼性の検討を行った。ICC は、1 時点のデータ (y_{it1}, y_{it2}) を (y_{it1}, y_{it2}) と (y_{it2}, y_{it1}) の 2 点にプロットしたときの相関係数として求められる⁹⁾。一元配置変数モデルで検討した。

分析には SPSS for Windows Ver. 22 及び R を使用した。

III. 結果

使用されたスマートフォンは、docomo iphone 1 名, docomo optimus it L-05D 1 名, docomo AQUOSPHONE SH-01F 1 名, docomo AQUOSPHONE SH-04E 1 名, iphone5 3 名, iphone5s 10 名, LUMIXPHONE 1 名, SoftBank PANTONE6 1 名, XPERIA so-04E docomo 1 名であり、スマートフォンに表示されるスケール長は平均 43.6 mm (Max50, Min40) であった。iPad に示される直線長は 124 mm であった。

各被験者別の入力値を図 3・表 1 に示した。各時点でのスマートフォン入力値-紙上 VAS 入力値の差平均 $\beta_1^M - \beta_3^M = -0.416$, 分散 $v(\varepsilon_{it1}) = 43.94$ であった。また、各時点での iPad 入力値-紙上 VAS 入力値の差平均 $\beta_2^M - \beta_3^M = 0.25$, 分散 $v(\varepsilon_{it2}) = 34.70$ であった。両入力値差平均につ

いて t 検定では $t(59) = -0.86$, $p = 0.393$ であり、有意差は認めなかった。

紙上 VAS と iPad・スマートフォン入力値の散布図を図 4 に示す。紙上 VAS による値を従属変数とした回帰直線はそれぞれ、

$$\text{iPad} \quad y = 0.929x - 3.610$$

$$\text{スマートフォン} \quad y = 1.021x - 0.708$$

であった。

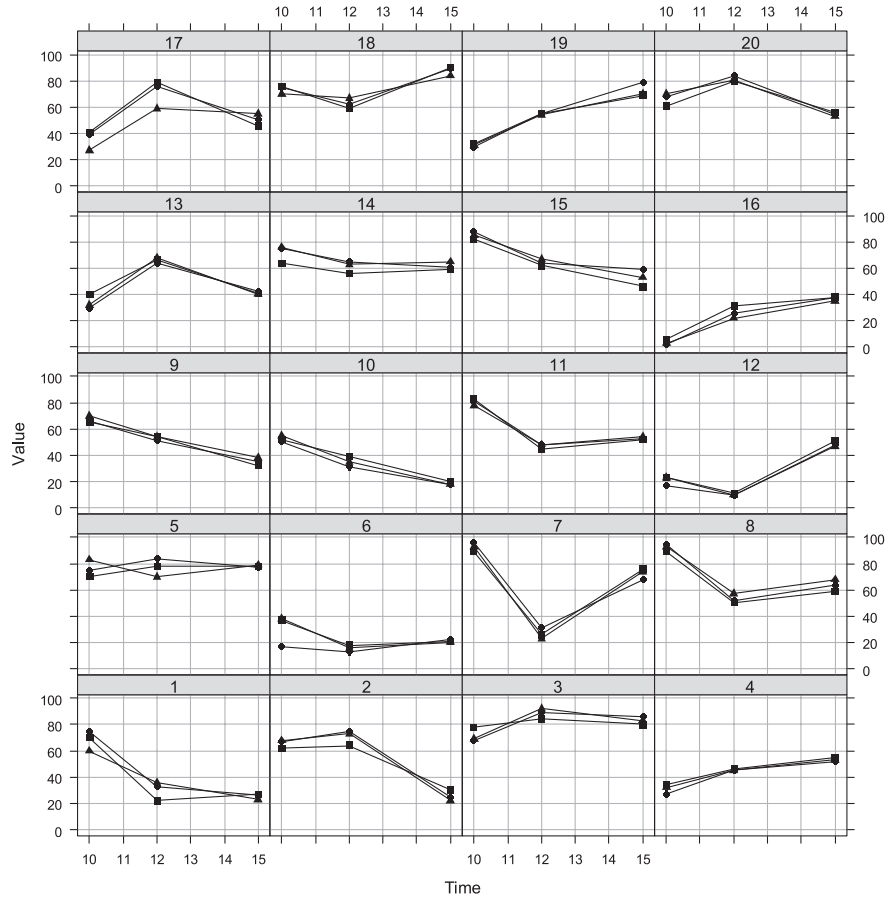
紙上 VAS と iPad の ICC は、単一測定値 0.969 ($p < 0.001$), 平均測定値 0.984 ($p < 0.001$), Cronbach α 係数は 0.984 であった。紙上 VAS とスマートフォンの ICC は、単一測定値 0.957 ($p < 0.001$), 平均測定値 0.978 ($p < 0.001$), Cronbach α 係数は 0.978 であった。

IV. 考察

各被験者別の入力値では、気分変化の方向に違いが生じるかどうかを見た。ID5 の被験者において、紙上 VAS の値とその他端末での入力値との方向に 1 回だけ違いが見られた。その他では入力値に誤差は出るが、ほとんどの被験者では良い気分方向への変化と良くない気分方向への変化について同方向への入力が行えていることが確認できた。直線長の長短の違いがあっても、その線分上において感覚量の増減は同様に評価されるといえる。

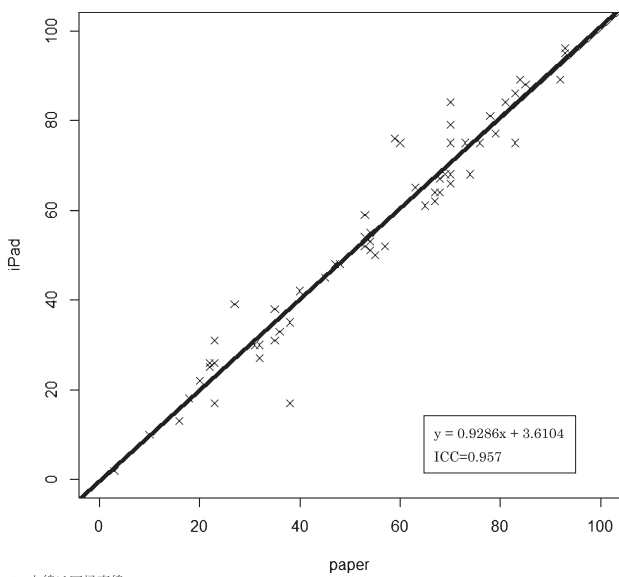
各端末での入力値と紙上 VAS への記入値の差の平均では、スマートフォンはタブレット端末よりもばらつきが大きく、紙上 VAS との値の乖離が大きい傾向が示された。しかし両端末での統計的有意差は認められなかった。

タブレット端末及びスマートフォンで得られる入力値の信頼性を評価するために、紙上 VAS へ気分の記入をしたものと各端末への入力値との一致度の検討を行った。入力端末が異なる場合の検者内信頼性の検討として ICC を用いた。紙上 VAS 値と各端末からの入力値が一致すればその点は、座標内傾き 1 の直線上に並ぶことになる。図 3 では紙 VAS に対してスマートフォンよりもタブレット端末の方が $x=y$ の直線の傾きに近い回帰直線を示しており、紙上 VAS の値に対してより一致度が高いのはタブレット端末による入力値であるといえる。ICC は複数回測定した場合の測定値の一致度を示す再現性の指標として使われ、その値が 1 に近いほど再現性が優れているとされる。ICC の値は、各端末とも 0.95 以上であった。スマートフォンの値はタブレット端末の値と比較して低値になっているが、ICC の値の一般的な判定基準¹⁰⁾ では 0.7 以上で「信頼性は良い」とされることから、各端末とも紙上 VAS の値に対して再現性は非常に良好であるといえる。

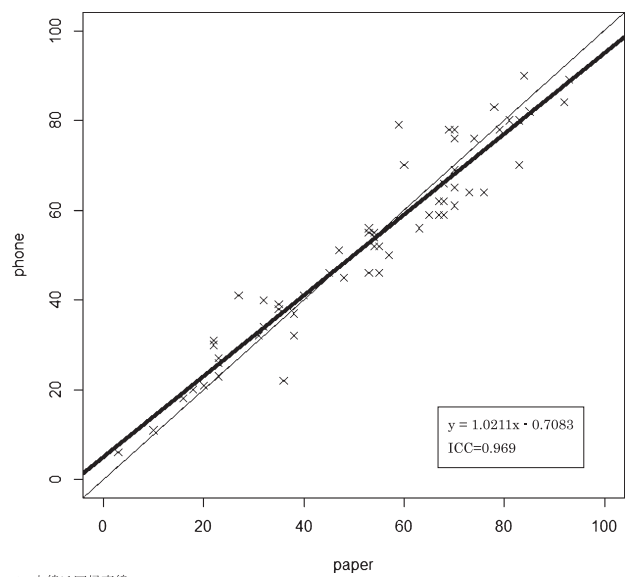


- *1 各グラフの番号は被験者ID
- *2 ● : スマートフォン入力値
- *3 ▲ : 紙上VAS入力値
- *4 ■ : タブレット端末入力値

図3 各被験者の iPad, スマートフォン, 紙上 VAS の入力値



- *1 太線は回帰直線
- *2 細線はy=xを示す



- *1 太線は回帰直線
- *2 細線はy=xを示す

図4 紙上 VAS とタブレット端末・スマートフォン入力値の散布図

表1

ID	10			12			15			$d_{it}^{(1)}$			$d_{it}^{(2)}$			$(d_{it}^{(1)} - \bar{d}^{(1)})^2$			$(d_{it}^{(2)} - \bar{d}^{(2)})^2$		
	phone	ipad	paper	phone	ipad	paper	phone	ipad	paper												
1	70	75	60	22	33	36	27	26	23	10	-14	4	15	-3	3	108.51	184.51	19.51	217.56	10.56	7.56
2	62	67	68	64	75	73	30	25	22	-6	-9	8	-1	2	3	31.17	73.67	70.84	1.56	3.06	7.56
3	78	68	69	84	89	92	80	86	83	9	-8	-3	-1	-3	3	88.67	57.51	6.67	1.56	10.56	7.56
4	34	27	32	46	45	45	55	52	53	2	1	2	-5	0	-1	5.84	2.01	5.84	27.56	0.06	1.56
5	70	75	83	78	84	70	78	77	79	-13	8	-1	-8	14	-2	158.34	70.84	0.34	68.06	189.06	5.06
6	37	17	38	18	13	16	21	22	20	-1	2	1	-21	-3	2	0.34	5.84	2.01	451.56	10.56	3.06
7	89	96	93	26	31	23	76	68	74	-4	3	2	3	8	-6	12.84	11.67	5.84	7.56	60.06	39.06
8	89	95	93	50	52	57	59	64	68	-4	-7	-9	2	-5	-4	12.84	43.34	73.67	3.06	27.56	18.06
9	65	66	70	54	51	54	32	35	38	-5	0	-6	-4	-3	-3	21.01	0.17	31.17	18.06	10.56	10.56
10	52	50	55	39	31	35	20	18	18	-3	4	2	-5	-4	0	6.67	19.51	5.84	27.56	18.06	0.06
11	83	81	78	45	48	48	52	53	54	5	-3	-2	3	0	-1	29.34	6.67	2.51	7.56	0.06	1.56
12	23	17	23	11	10	10	51	48	47	0	1	4	-6	0	1	0.17	2.01	19.51	39.06	0.06	0.56
13	40	30	32	66	64	68	41	42	40	8	-2	1	-2	-4	2	70.84	2.51	2.01	5.06	18.06	3.06
14	64	75	76	56	65	63	59	61	65	-12	-7	-6	-1	2	-4	134.17	43.34	31.17	1.56	3.06	18.06
15	82	88	85	62	64	67	46	59	53	-3	-5	-7	3	-3	6	6.67	21.01	43.34	7.56	10.56	33.06
16	6	2	3	31	26	22	38	38	35	3	9	3	-1	4	3	11.67	88.67	11.67	1.56	14.06	7.56
17	41	39	27	79	76	59	46	50	55	14	20	-9	12	17	-5	207.84	416.84	73.67	138.06	280.56	27.56
18	76	75	70	59	62	67	90	89	84	6	-8	6	5	-5	5	41.17	57.51	41.17	22.56	27.56	22.56
19	32	30	31	55	55	54	69	79	70	1	1	-1	-1	1	9	2.01	2.01	0.34	1.56	0.56	76.56
20	61	68	70	80	84	81	56	54	53	-9	-1	3	-2	3	1	73.67	0.34	11.67	5.06	7.56	0.56

VAS について Revil の研究 (Revil, et al, 1976)¹¹⁾ では、100 mm, 150 mm, 200 mm の VAS では類似した結果を示したが、50 mm の VAS では誤差分散が大きくなることを示しており、今回の検討においても直線長が短くなるスマートフォンにおいて紙上 VAS との一致度が低くなることを確認された。しかし、その再現性は非常に良好である範囲内であった。紙上 VAS で得られる値は分析に用いる際にはデジタル値への変換を必要とし、そのためにかかる作業量は処理数が多ければ膨大である。スマートフォンは所持率が高く、持ち運び可能であり、入力時間のアラーム機能を持ち、入力の手間は少ない。紙 VAS に比べ、データ処理が簡便になることからビッグデータへの対応も可能となる。従来から行われてきた紙 VAS から入力ツールをタブレット端末やスマートフォンに変えて、利用可能と考える。

V. 結論

従来の紙を使った VAS は、100 mm 以上のスケールで行われてきたが、スマートフォンの 50 mm 程度のスケールでも、同等に扱うことができることを検証できた。

本研究は平成 26 年度京都女子大学研究経費助成「主観測定システムの開発と保健分野への応用に関する研究」(代表：中村亜紀) の研究成果の一部である。

文献

- 1) Shiffman S., Stone AA., & Hufford MR. Ecological momentary assessment. *Annual Review of Clinical Psychology*, 2008, 4, 1-32.
- 2) 菊池裕絵, 吉内一浩, 稲田修士, 山本義春, 携帯情報端末を用いた気分と食行動の関連の評価, *精神化*, 2012, 21(5), 569-573.
- 3) Csikszentmihalyi M., Larson R., & Prescott S. The ecology of adolescent activity and experience. *Journal*

- of Youth and Adolescence, 1977, 6(3), 281-294.
- 4) 菊池裕絵, 日常生活下モニタリングとその心身相関評価への活用, 心身医学, 2015, Vol. 55, No. 8, 943-948.
 - 5) 吉内一浩, 中原理佳, 熊野宏昭, 山本義春, 久保木富房, Ecological Momentary Assessment : 日常生活下でのリアルタイムモニタリング, 精神誌, 2006, 108 巻, 4 号, 365-368.
 - 6) Stone AA., Shiffman S., Schwartz JE., Broderick JE., Hufford MR. Patient non-compliance with paper diaries. BMJ. 2002, 324: 1193-1194.
 - 7) 尾崎由佳, 小林麻衣, 後藤崇志, スマートフォンを使用した経験サンプリング法:手法紹介と実践報告, 東洋大学 21 世紀ヒューマンインタラクションリサーチセンター研究年報, 2015, 第 12 号, 21-29.
 - 8) 独立行政法人理化学研究所ニュースリリース 2012 年 3 月 1 日 気分測定システム「KOKORO スケール」—東日本大震災前後の「こころの動き」を調査) <http://www.riken.jp/pr/press/2012/20120301/>
 - 9) 楠正, 第一部信頼性研究, 臨床データの信頼性と妥当性, サイエンティスト社, 2012, 1-100.
 - 10) 桑原洋一, 斉藤俊弘, 稲垣義明, 検者内および検者間の Reliability (再現性, 信頼性) の検討—なぜ統計学的有意が得られないのか, 呼吸と循環, 1993, 41 巻, 10 号, 945-952.
 - 11) Revil SL, Robinson JO., Rosen M., Hogg MIJ. The reliability of a linear analogue for evaluating pain. Anaesthesia, 1976, 31:1191-1198.