

都度入力スタイルに導く工数入力定着モデルの提案

An empirical state model of man-hours input for leading to continuous and agile input-style

デンソーテクノ株式会社
DENSO TECHNO CORPORATION
○山路 厚
○Atsushi Yamaji

Abstract

In this paper, we propose one model and two software metrics. Those show utilizing result man-hours for autonomy improvement. We defined the model showing status of man-hours input. The model is based on the logic of Ebbinghaus's "forgetting curve". The model is composed of two metrics. One of metrics is "an input-style of man-hours", and another metrics is "granularity of result man-hours". We carried out a 5-month experiment about the model. So we report the effectiveness of the model and metrics.

1. はじめに

我々は「自ら考え自ら行動する」自主自律した人づくりを目指し、自己改善・自主改善に取り組んでいる。自己改善を行うためには考える拠り所となる材料が必要であり、その基礎的な材料の1つとして我々は工数データに着目した。工数は技術者一人ひとりの日々の“仕事ぶり”を捉えることが可能なため、主体的な自己改善に活用できるデータとなると考えた。この考えのもと我々は工数を計測してきたが、計測した工数を実際に活用する段階になると“事実と合わない”データとなっていることが多々あり、自己改善にうまく使えなかった。その原因として「まとめ入れ」「やらされ入れ」が横行していることが考えられ、工数は入力しているが工数を正しく計測できていない状況だった。つまり、工数入力作業が真の意味での定着状態となっていないため、使えるデータとならないという状況である。

そもそも技術者における工数計測は、人の頭の中の情報を扱うという点から、データ自体の正しさを検証することが困難である。また、事実と合わないデータを管理者が振り回すことで間違った改善策となってしまいう危険性もある。これらの問題に対処するためには、工数データの確からしさを担保する手段が必要となっている。

そこで、集めた工数データが実際に使えるデータになっているかの目安となる指標が必要であり、指標を利用することで工数入力作業を真に定着状態に導き、工数データの質を引き上げ、自己改善につなげたいと考えた。

指標を考案するにあたり、工数入力状態をモデル化し、そのモデルを表現する要素を指標とする手法を採用した。具体的には、使えるデータとなる工数の入力スタイルを「都度入力」と定め、都度入力となっている状態を真の定着とした「工数入力定着モデル」を考案し、そのモデルを構成する「工数入力スタイル」「工数入力（実績）データの粒度」を指標とした。

本論文では、2章で工数計測に関する実情と課題を述べ、3章で課題を解決する工数入力定着モデルを説明する。4章で提案したモデルの検証方法、5章で検証結果と考察をまとめる。最後に6章、7章でまとめと今後の進め方を述べる。

2. 工数計測の実情と課題

2.1 本論文で取り扱う工数

我々の組織は知的労働を主業務とする技術者集団であり、自己改善に活用する目的で工数計測に取り組んできた。工数計測と一言で簡単に述べているが、人それぞれの対場や置かれた状況により工数の意味や定義が異なりやすい。例えば、プロジェクトマネージャや営業担当が扱う工数は事業工数・見積工数という側面が色強く、何人月、何十人月、何百人月といったように開発業務全体の大きさを表現することが多い。また、工場の生産ライン工程で扱う工数では、5秒、10秒といった単位で人の動作時間を表すこともある。例で述べた通り、工数に対する認識・印象は個人による差があると考えられるため、まず、本論文で述べる工数について説明を加える。

我々が取り扱う工数とは、技術者の知的労働の“ありさま”を表現するものである。言わば、技術者一人ひとりの“働きぶり”とか“仕事ぶり”がわかるものであり、一日の業務時間の中で何にどれくらい時間を使っているかを表現するものである。それゆえに、技術者一人ひとりの自己改善に利用できると考えている。また、我々の日々の仕事の単位は1時間、30分といった大きさであることが多いため、工数はこの程度の単位で技術者の知的作業をすべて表現するものである。それを実現するための具体的な作業定義として、ソフトウェア開発に関する標準的なWBS(図1参照)や組織運営に必要な部門業務を定めたWBS(図2参照)を利用している。

また、実際に計測した工数実績例のイメージ図を図3に示す。個人の1週間の働きぶりを表現した実例であり、本論文で取り扱う工数に対する理解に役立てていただきたい。

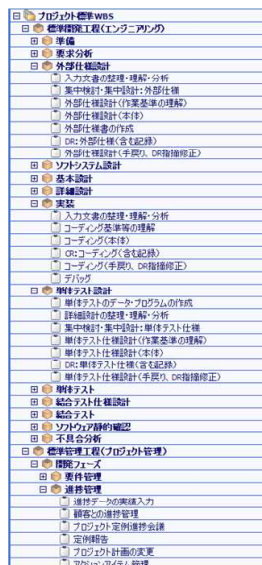


図1 標準WBSの抜粋 図2 部門業務WBSの抜粋 図3 工数実績データ例(個人・1週間)

2.2 工数計測の実情

近年、ツールの導入など環境面での改善もあり、我々の組織では毎月・全メンバーの工数実績が計測できるようになった。しかし、計測したデータを活用する段階となると、“事実に合わない”データとなっていることが散見され、改善活動にうまく使えない状況に陥っていた。工数計測自体は技術者一人ひとりが自らの作業記録をファイルやツールに入力するという単純作業であり、誰しも簡単にできる作業である。しかし、この一見、簡単に思える単純作業を正しく行えないというのが実情であり、そこには工数計測を難しくさせるメカニズムが存在すると考えた。

2.3 工数計測を難しくさせるメカニズム

工数の有する性質・特徴により、計測を難しくさせる要因として以下の3つのメカニズムがあると考えた^[1]。

(1) 記憶に頼る入力作業

技術者の工数計測は技術者の頭の中の情報を扱う作業である。つまり、技術者一人ひとりの

記憶に頼った作業である。ところが、人の記憶は時間の経過とともに指数関数的に減少すると以前から言われている（心理学者ヘルマン・エビングハウスの忘却曲線^[2]）。このことは、工数入力作業はすぐに記録（入力）すれば正しく簡単にできるが、時間の経過とともに指数関数的に、つまり、急速に入力作業が難しくなり、正しいデータにならないことを示唆している。

(2) 後工程がない

入力作業に対する直接的な後工程がない。言い換えれば、工数を入力した直後にそのデータを使うという作業が発生しない。入力したデータがすぐに使われる訳ではないため、技術者は入力の必要性を感じられず工数の入力作業が滞りやすい。その結果、1週間、1か月というタイミングで一度に入力する「まとめ入れ」となる。まとめ入れが習慣となると、(1)のメカニズムにより正しいデータとならない。

(3) 直接的な成果がない

技術者の工数計測は、技術者の頭の中の情報を扱う作業であり、直接的な成果がない。成果がないため、計測したデータの正しさを確認する方法がない。入力した本人でさえも確認することが難しい。工場の生産ラインで作られる製品は時間あたりの生産数を1個、2個と一律に数えられる。したがって、出来高と比較することにより時間の正しさを確認する方法が考えられる。技術者の頭の中の作業、言い換えれば、知的労働では、上述の出来高のように1個、2個と一律に数えられる成果がない。仮に、一律に数えられるとしたら、それは単純作業であり、我々が対象としている作業ではない。直接的に数えられる成果がないため、計測した工数データの正しさを確認できないのである。

また、ソースコード行数に代表される生産規模など間接的な成果と関連づけると、個人の知的労働の出来栄を問う、つまり、個人の評価にむすびつくことになる。その結果、データ操作が始まるリスクがある。例えば、他の業務に混ぜて工数をつけてしまう行為である。さらに、この行為自体、つまり、データ操作自体を見抜きにくいという難しさを抱えている。

上記(1)(2)は工数が正しいデータになりにくいというメカニズムである。上記(3)は工数データ自体の正しさを検証することが困難であることを示し、工数計測に対する改善策を施しにくい理由となっている（問題があるかどうか分からない。改善策の効果も分からない）。

2.4 課題の設定

2.3 で述べたように、一見、簡単に思える工数計測だが、正しいデータとなりにくいメカニズムがある点、さらに、データ自体の正しさがわからないという性質がある点より、正しく計測することは実際には難しい行為である。それゆえに、集めた工数データが”事実と合わない“使えないデータとなりやすい。その状況から脱却するには、計測した工数データが使えるデータになっているかの目安となる指標を持つことが重要と考え課題として設定した。そして、指標を利用して我々の組織の工数データの質を引き上げ、自己改善につなげたいと考えた。

3. 課題の解決策

工数データ自体の正しさを測ることは難しいため、直接的な指標を持つことは困難である。そこで、まず、データが正しくなるメカニズムを持つ入力スタイルを定め、次に、そのスタイルに即してどれだけ工数入力ができているか、つまり、正しい工数入力スタイルがどれだけ定着しているかを測る方法により、データの正しさを測る代替尺度にならないかと考えた。

3.1 正しいデータとなる都度入力スタイル（着想）

2.3 で述べたように、技術者の頭の中の情報を計測するには、人の記憶に頼ることとなる。そのため、記憶が新鮮なうちに入力するスタイルが理にかなっている（着想）。つまり、小さな仕事の単位で、その都度、その都度、工数を入力する「都度入力」スタイルこそが正しい・使えるデータとなる自然な理屈に合った入力方法である。この入力スタイルができている状態が工数入力の真の定着となると考え、都度入力ができている状態を定着状態と定める。

3.2 工数入力定着モデルの提案

工数入力が定着している状態を「工数入力定着モデル」としてモデル化し、そのモデルを表現する指標を用いて定着状態を計測する方法を提案する。具体的には、工数入力スタイルと工数入力データの2軸により構成されるモデルである(図4参照)。2軸を使って工数入力の定着度合いを計測・評価し、使えるデータになっているかの目安として利用することを目的としたモデルである。

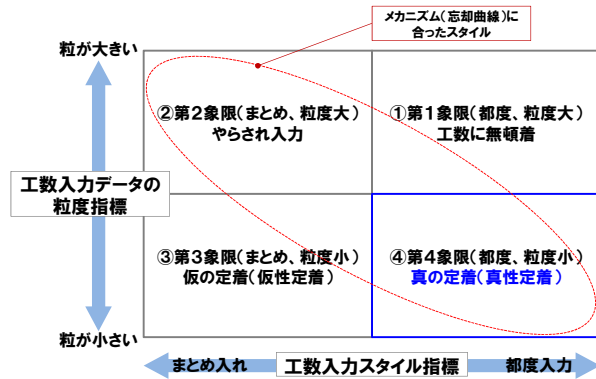


図4 工数入力定着モデル

(1) 工数入力スタイル指標

工数を入力するスタイルを示す指標である。ここでのスタイルとは入力のタイミング・時期を表し、「まとめ入れ」しているか、「都度入力」しているかを表現する。技術者一人ひとりの行動が計測対象となるため計測が難しい、または、計測に人手がかかる指標である。

(2) 工数入力(実績)データの粒度指標

入力した工数の粒度、つまり、粒の大きさを示す指標である。単位は時間であり技術者が入力した工数実績データの粒度である。本指標は工数計測対象そのものであるため計測が容易な点の特徴である。指標に取り上げた考えを以下に述べる。

- 工数に対する技術者の意識レベルに応じて、工数入力データの粒の大きさに影響を与える。意識が高ければ粒は細くなり、意識が低ければ粒が大まかになる。例えば、工数に対し無頓着な人の粒度は大きくなるという考えである。人の意識は行動に影響を与え定着度合いを表すため、定着モデルの指標となる。

(3) 4分類(4象限)

上記の2軸の指標を用いて4つの象限に分類、第4象限を真の定着状態と定める(表1参照)。

表1 4象限の定義と定着状態

分類	工数入力スタイル	工数入力データの粒度	忘却曲線	状態
第1象限	都度入力	大	反する	無頓着など
第2象限	まとめ入れ	大	合う	やらされ入れ
第3象限	まとめ入れ	小	反する	仮性定着
第4象限	都度入力	小	合う	真性定着

① 第1象限(都度入力, 粒度大)

都度入力スタイルにより工数を入力しているが、工数データの粒度が大きい。忘却曲線のメカニズムに反する入力スタイルである。工数に対する意識が無頓着なタイプがこの領域に含まれる。

② 第2象限(まとめ入れ, 粒度大)

まとめ入れの入力スタイルとなっているため、工数データの粒度が大きくなっている。忘却曲線のメカニズムに合った入力スタイルである。やらされ感が強く期日に迫られてから入力するスタイル(本論文では、「やらされ入れ」と称する)。

③ 第3象限(まとめ入れ, 粒度小)

まとめて入力しているが、細かい単位で入力している。忘却曲線のメカニズムに反する入力スタイルである。薄れた記憶で細かく入力しているため、事実合わないデータとなっているリスクがある。または、後から細かく入力するために、会議のスケジュール表・メールの送受信履歴を調査するなど入力作業に余分な時間をかけている可能性がある。工数入力自体に時間をかけているため、業務が忙しくなると入力ができなくなる、または、

第2象限のスタイルとなる。工数データとしては細かく入力されており使えるデータになっている可能性もあるため、仮の定着状態（仮性定着）とする。

④ 第4象限（都度入力、粒度小）

都度入力により工数データの粒度が細くなる。忘却曲線のメカニズムに合った入力スタイルである。使えるデータとなる可能性が高い。真の定着状態（真性定着）とする。

3.3 工数入力スタイル指標の定義

入力スタイルを段階的に表現することで定量化する。図5で示すように入力スタイルの刻みを定義した（0～100，離散値）。刻みの幅は，長年，工数計測を取り組んできた経験により定めた感覚的な値である。なお，本論文では，1か月単位での指標の測定を前提にしているため，「まとめ入れ」の最大の単位を1か月とする。

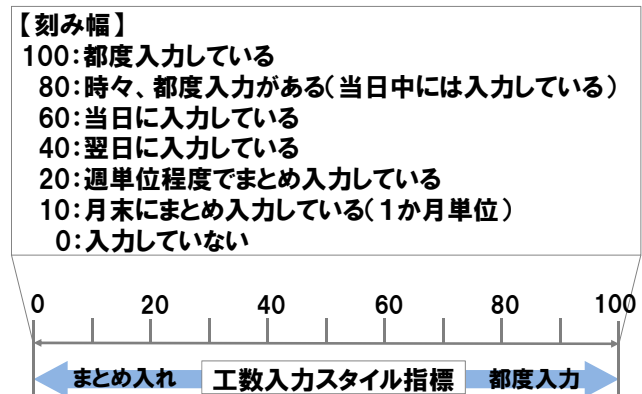


図5 工数入力スタイル指標の定量化

4. モデルの検証

4.1 検証項目

提案する工数入力定着モデルに対し，以下の2項目による検証を行う。

(1) 工数入力スタイル指標の定量化

経験より定めた刻み幅の妥当性を確認する。方法としては工数入力データの粒度との相関関係を用いる。「都度入力すれば，その度合いに比例して工数入力データの粒度も細くなる」と考え，入力スタイルと粒度との因果関係を用いて刻み幅の適切さを評価する。

(2) 工数入力定着モデルの表現力

2軸の指標によりデータを計測し，工数入力定着モデル上での分布を確認する。分布により定着状態の表現力を観察する。なお，今回の検証では4象限に分別するための各指標の閾値を以下とする。

- ① 工数入力スタイル指標：閾値は，60～80の間とする。「60：当日に入力している」「80：時々，都度入力がある（当日中には入力している）」の定義により，「まとめ入れ」と「都度入力」の境を60～80の間とする。
- ② 工数入力データの粒度指標：閾値を1.25時間とする。会議時間の予定の組み方など，我々の日々の仕事の単位は1時間であることが多い。一方，ソフトウェア開発の本体作業（設計やコーディングなど）は1時間より大きな粒で仕事をすることもある。したがって，本論文では1時間より少し大きな値として1.25時間を仮の閾値とした。閾値は実証データの蓄積により適切な値が論じられることを今後の研究に期待するが，分布を観察するという目的からは，その閾値としての妥当性は十分と考える。

4.2 測定方法

(1) 測定対象・測定期間

自組織内6部門，48名の技術者を対象に5か月間に渡り測定した（2013年8月～12月）。

(2) 計測環境

工数入力には，市販ツールを利用する^[3]。

(3) 工数入力データの粒度指標の測定

工数データの最小単位は自組織の勤怠制度に合わせ15分単位とする。粒度指標の計測単位は1か月とし，1か月間の平均値を粒度として測定する。測

名前	組織	プロパティ	サマリ	12/09	12/10
		実績粒度	1.10	0.84	0.67
		実績粒度	0.73	0.67	0.57
		実績粒度	1.20	1.00	0.95
		実績粒度	0.76	0.67	0.75
		実績粒度	1.14	0.81	0.95

図6 定着モニタ機能（粒度）の例

定には市販ツールの定着モニタ機能を用いる（図 6 参照）。

(4) 工数入力スタイル指標の測定

1 か月間の日々の工数入力状況からその月の入力スタイルを測定する。つまり、1 か月単位での測定となる。日々の工数データをいつ入力したか、都度入力したかの情報をもとに測定する。測定には市販ツールの定着モニタ機能を利用する（図 7 参照）。例えば、図 8 の例では「1 週間のまとめ入れスタイル」となる。また、図 9 の例では「都度入力スタイル」となる。

名前	組織	プロパティ	12/09	12/10	12/11
		定着状況	都度	1	都度
		定着状況	当日	1	都度
		定着状況	4	当日	1
		定着状況	3	2	1
		定着状況	5	4	1

図 7 定着モニタ機能（入力状況）の例

12/16	12/17	12/18	12/19	12/20
4	3	2	1	当日

12/20に、1週間分を
まとめ入れしている

図 8 まとめ入れの例

12/15	12/16	12/17	12/18
都度	都度	都度	都度

都度入力

図 9 都度入力の例

5. 検証結果と考察

5.1 工数入力スタイル指標の定量化

工数入力スタイル指標と工数入力データの粒度指標に対し、部門単位の平均値を求め、指標間の相関関係を確認した（図 10 および表 2 参照，5 か月間のデータ）。工数入力スタイル指標と工数入力データの粒度指標との間には強い負の相関が確認された（相関係数： -0.81 ， p 値： $5.7e-08$ ）。工数入力スタイル指標の刻み幅が適当であり，本論文で定義した工数入力スタイル指標の定量化は有効と判断する。

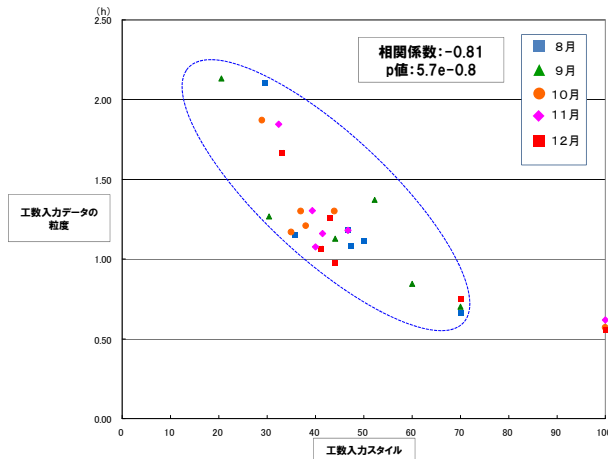


図 10 工数入力スタイルと粒度との相関（部門別）

表 2 データ一覧（スタイル・粒度）

部門	月	工数入力スタイル	工数入力データの粒度 単位：時間 (h)
A部門	8月	70.00	0.67
	9月	70.00	0.70
	10月	100.00	0.57
	11月	100.00	0.62
	12月	100.00	0.56
B部門	8月	46.67	1.19
	9月	52.22	1.37
	10月	44.00	1.30
	11月	39.38	1.31
	12月	43.00	1.26
C部門	8月	29.50	2.11
	9月	20.50	2.13
	10月	29.00	1.87
	11月	32.31	1.85
	12月	33.00	1.67
D部門	8月	60.00	0.85
	9月	50.00	1.12
	10月	37.00	1.30
	11月	46.67	1.18
	12月	70.00	0.75
E部門	8月	35.71	1.15
	9月	30.38	1.27
	10月	35.00	1.17
	11月	41.50	1.16
	12月	41.00	1.07
F部門	8月	47.27	1.08
	9月	44.09	1.13
	10月	38.00	1.21
	11月	40.00	1.08
	12月	44.00	0.98

5.2 工数入力定着モデルの表現力

対象者 48 名分の 2013 年 8 月度データを個人毎にモデル上にプロットした結果，第 2～第 4 象限の分布を確認できた（図 11 参照）。工数入力定着モデルによって組織メンバーの工数入力状態を表現できている（やらされ入力，仮性定着，真性定着）。また，定着状態となると工数データの粒度の月間平均値が概ね 1 時間以下になることも確認できた。これは会議時間の予定の組み方など，我々の日々の仕事の単位に合っている。さらに，定着状態となったグループの工数入力データの粒度は他のグループと比較して個人間のばらつきが小さかった。なお，今回の実験では第 1 象限，つまり，工数に「無頓着」と考えられる技術者は確認できなかった。

5.3 結果に対する考察

5.1 で述べたように工数入力スタイル指標の刻み幅が適当であり、定義した工数入力スタイル指標の定量化は有効と判断する。長年、工数計測に取り組んできた経験値により定めた刻み幅だったが、定着度合いを示す指標として利用できる目途がたった。

また、工数入力スタイル指標と工数入力データの粒度指標との間に強い負の相関があるため、工数入力データの粒度指標のみで定着度合いの目安を測ることが可能である。具体的には、部門単位の工数入力データの粒度の平均値を求めることにより、対応する部門の工数入力状態が真の定着状態か否か、言い換えれば、部門のメンバーが都度入力スタイルになっているかどうかを判断できるということである。先に述べたように工数入力データの粒度は計測が容易なため、定着度合いを見る指標として開発現場に導入しやすい。したがって、工数入力データの粒度指標は、現場利用という観点から、現実的な指標として価値が高いと判断している。

図 12 は、図 10 のグラフの Y 軸（工数入力データの粒度）を対数変換した結果である（相関係数： -0.90 、 p 値： $1.7e-11$ ）。図 10 の結果と比べ、“より”強い負の相関が観察できた。このことは、「人の記憶は、時間の経過とともに“指数関数的”に減少する」と言われる忘却曲線のメカニズムに合致すると解釈できる。つまり、本論文で提案する指標は裏付けとなるメカニズムを適当に表現した指標に仕上がっていると考えている。ただし、本論文の実証データは自組織に限ったものであり、自組織特有の因子が結果に影響を与えている可能性がある。今後の実証データの積み上げにより、その判断を委ねることとする。

5.2 の結果からは、工数入力スタイル指標と工数入力データの粒度指標を合わせて用いることで、真の定着状態か仮の定着状態かを見極めることが可能であることがわかった。つまり、工数入力定着モデルを利用することで、定着状態に応じた対策を個人別に施すことができるということである。具体的には、やらされ入れ状態のメンバーに対しては、工数計測の意義・目的や使いやすいツールの使い方などを繰り返し説明する等の対策が効果的と考えられる。また、仮性定着状態のメンバーには、理屈に合っていない行為であることや入力作業に余分な時間をかけていることを理解させる等の対策が考えられる。

また、図 13 は、図 11 のデータから都度入力スタイルが定着しているグループ（第 4 象限）と

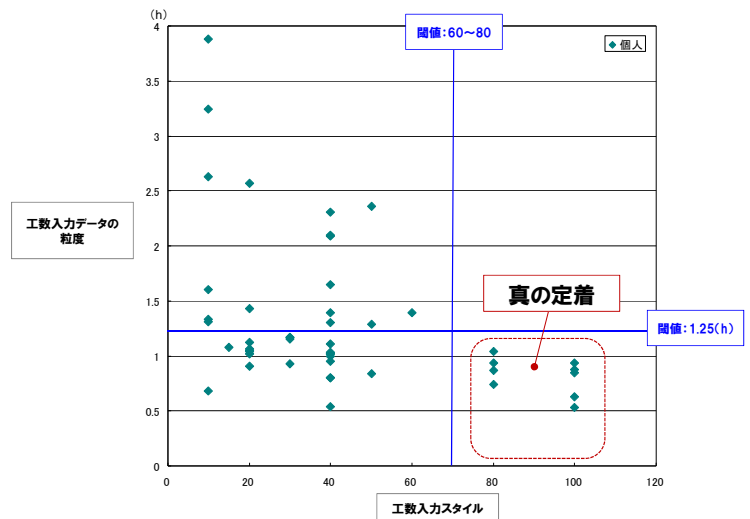


図 11 工数入力定着モデルの分布
(個人別：8月実績)

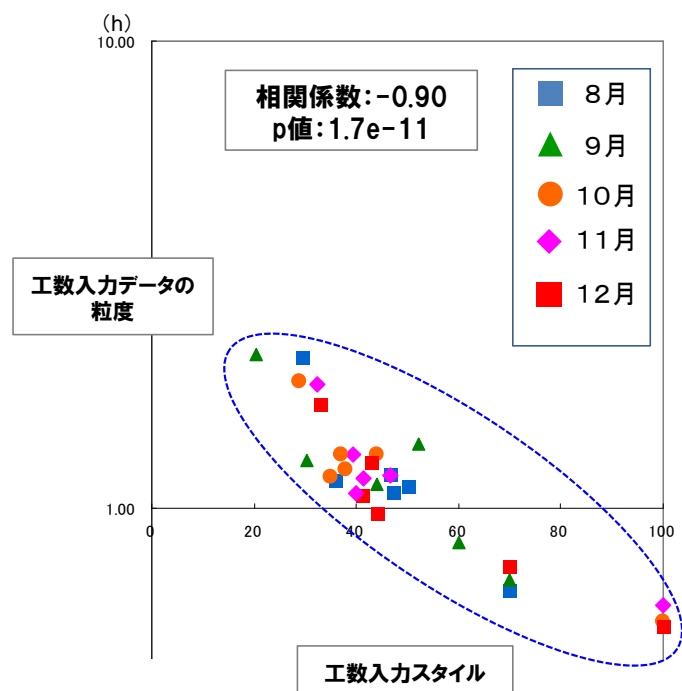


図 12 スタイルと粒度との相関
(Y 軸を対数変換したグラフ)

非定着なグループ（第2・3象限）の2群に分け、それぞれのグループの粒度を箱ひげ図で表したものである。工数入力データの粒度に関し、個人間のばらつきに大きな差があることがわかる（p値：0.000156，有意である）。また、2つのグループの粒度の平均値にも大きな差がある（p値：1.33e-05，有意である）。ここでの着目点は、非定着なグループのばらつきが大きく重なる領域が大きいため、2つの集団を分ける粒度の閾値を決められないという点である。ただし、粒度が大まかな領域では2つのグループ間での重なりがないため、都度入力が「定着していない」と判断する閾値を決め、利用することは可能である。例えば、1.25時間を閾値とし、その値を超える粒度の場合は、都度入力スタイルになっていないと判断するという利用方法である。

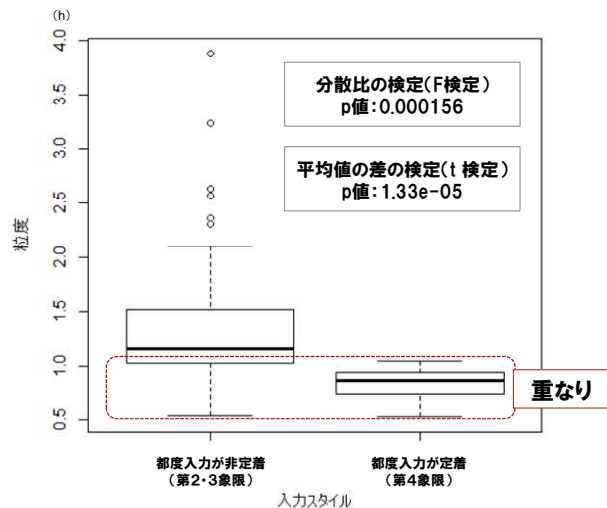


図 13 非定着・定着の2群の差（箱ひげ図）

もう一つの着目点は都度入力が定着しているメンバー間の粒度のばらつきが小さいという点である。このことは都度入力スタイルが定着すると工数入力データの粒度が平均値付近に揃うということを示し、正しいデータ・使えるデータとなることが期待できる。つまり、本論文で提案する都度入力スタイルこそが、正しい・使える工数データとなる入力スタイルであり、そのスタイルに定着させることが自組織の課題と考えている。

もう一つの着目点は都度入力が定着しているメンバー間の粒度のばらつきが小さいという点である。このことは都度入力スタイルが定着すると工数入力データの粒度が平均値付近に揃うということを示し、正しいデータ・使えるデータとなることが期待できる。つまり、本論文で提案する都度入力スタイルこそが、正しい・使える工数データとなる入力スタイルであり、そのスタイルに定着させることが自組織の課題と考えている。

6. まとめ

我々は自己改善の考える拠り所となる材料として工数に着目し、計測した工数が使えるデータになっているかの目安となる指標が必要な状況だった。そのための工数入力スタイルを都度入力と定め、都度入力スタイルとなっている状態を真の定着状態とした「工数入力定着モデル」を考案した。本モデルを構成する指標として「工数入力スタイル指標」「工数入力データの粒度指標」を用い、工数入力データの粒度指標の刻み幅を定義した。

考案したモデル・指標に対し自組織にて5か月間の実験を実施した。実験の結果、その有効性を確認し、定着状態へ導くためのモデル・指標として利用できる目途がたった。なお、各指標における定着状態と非定着状態との閾値および工数実績データの中身の確からしさについては、未検証であり今後の研究テーマとなる。

7. 今後の進め方

考案した指標を基に定着状態に応じた取り組みを自組織に施す。取り組みに対し、各指標への影響を観察することで取り組みの有効性（寄与度）を定量化し、ノウハウを蓄積・体系化していく。さらに、実証実験を積み重ねることで工数入力定着に向けたシナリオ（道筋）を明らかにし、組織のトレーニングに落とし込む。

また、定着状態と判定する各指標の閾値や工数入力スタイルを判定するアルゴリズムおよびアルゴリズムを支援する環境についても研究テーマとして取り扱う。

参考文献

- [1] 山路厚, トレーニング指向アプローチによるプロセス改善 -” アジリティさ” を持つ人づくりを支える 「事実を捉える」 仕組み-, ソフトウェア・プロセス・エンジニアリング・シンポジウム 2010 F4b 発表資料, 2010
- [2] ヘルマン・エビングハウス, 忘却曲線, フリー百科事典『ウィキペディア (Wikipedia)』, 2013
- [3] デンソークリエイト, TimeTrackerFX 工数入力の定着状況が見える化, <http://www.timetracker.jp/utilization/establish.html>