

# 写経プログラミングの学習効果に関する考察

Analysis of learning computer program based on transcribing codes

中田 豊久

Toyohisa Nakada

新潟国際情報大学 情報文化学部 情報システム学科

Department of Information Systems, School of Information and Culture, Niigata University of International and Information Studies

Transcribing computer program is sometime used for learning programming for beginner. We created a typing training software for learning computer program based on the transcribing. From our experiments it is founded that an average speed of the typing is influenced to understanding of computer program in some condition. We concluded that there is an association between typing speed and understanding of computer program, but there is not a cause association of them.

## 1. はじめに

写経のようにプログラムを写すことによるプログラミングの学習方法がある。喜多ら [kita 12] は、プログラミングの初心者に対してプログラムの中身を1つつ積み上げるように学んでいく前に、とにかくまず参考図書などにある完成しているプログラムを写し、実行してみることを推奨している。このような学習方法を写経プログラミングと呼ぶことがある。

本研究ではこの写経プログラミングを計算機によって支援する方法を提案する。そのために我々は、C言語用のタイピングソフトを開発した。写経プログラミングの本研究における目標は、頭でプログラムのロジックを学ぶだけでなく、とにかく何度も一定のプログラムを打ちこむことにより、指の動作だけではあるのだが「体感的」にプログラミングを会得することである。この体感的に学習するとは、例えば日本語の漢字や英単語を覚えるためにノートに何度も書き取りをすることと似ている。

本論文では、C言語タイピングソフトによる学習の基礎的な分析として、タイピング速度や正確さと、C言語の理解度の関係について行った分析について報告する。つまり以下の疑問に対する回答について示す。

C言語タイピングの速さや正確さと、C言語の理解には何かしらの関係があるのか?

本論文は次のように構成されている。2章では実験で用いたC言語タイピングソフトについて説明する。3章で分析するために使用したデータについて述べ、4章で実験の概要および結果を示す。そして5章でまとめる。

## 2. C言語タイピングソフト

キーボード操作を練習するために、画面に表示される日本語をタイプしていくソフトウェアがある。それらを総称してタイピングソフトと呼んだりする。そのタイピングソフトは、通常は日本語が表示されるわけであるが、そこにプログラミング言語を表示させるものが、本研究で提案するタイピングソフト

である。日本語のタイピングソフトと同様に、打ち終わるまでの時間や正確さを競う。その外観を図1に示す。

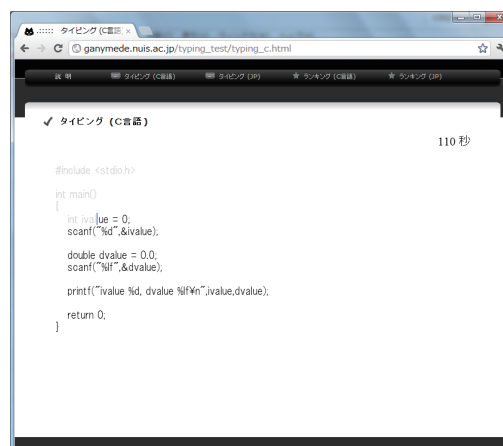


図 1: プログラミング言語学習用のタイピングソフト。

このタイピングソフトでは、ユーザは画面に表示されるC言語のプログラムを入力する。タイピングを開始する前にユーザIDを入力し、そして開始ボタンを押すとC言語のプログラムが表示される。その後は、ユーザはそのプログラムをひたすら打ち続ける。入力をミスした場合のペナルティは特にない。用意されたプログラムを全て入力すると、そこまでにかかった時間、ミスしたキー数が保存されて終了する。

日本語タイピングのソフトの場合には、そのゲーム性を高めるために、表示される日本語はランダムに表示されることが多い。しかし、本タイピングソフトは学習を第一の目的としているため、いつも同じプログラムが表示される。

また、日本語タイピングの場合には、日本語の単語が1つつ表示されることが多いことに対してC言語のタイピングでは、プログラム全体の構造を見ながら打ってもらいたいため、1行ずつのように分割して表示することはしていない。

## 3. 分析するデータ

タイピングの速さなどの属性と、C言語の理解を表1のデータによって測定する。タイピングソフトから取得するデータとして、タイピングの速さ、速さのブレ、正確さ、積極性を表1の右側の数値で測定するものとする。そしてC言語の理解に

連絡先: 中田 豊久, 新潟国際情報大学 情報文化学部 情報システム学科, 新潟市西区みずき野 3-1-1, +81-25-239-3723, nakada@nuis.ac.jp

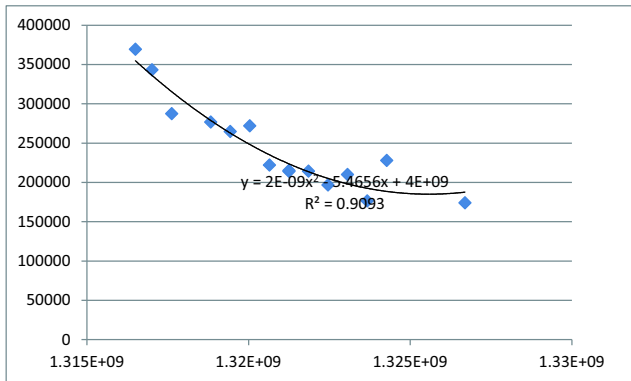


図 2: タイピング速さの変化例 1: 横軸はタイピングを実施した時間 (UNIX Time), 縦軸は所定の文字を打ち終わる時間 (秒)。

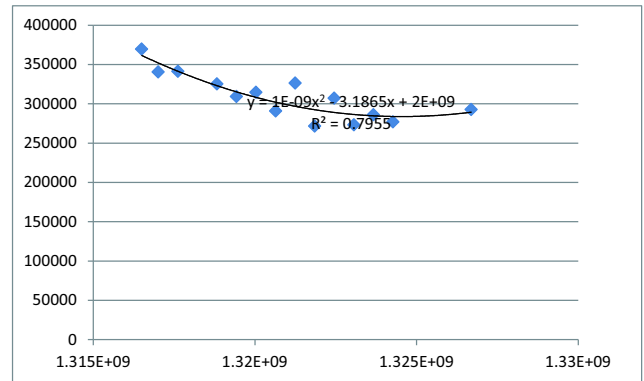


図 3: タイピング速さの変化例 2: 横軸はタイピングを実施した時間 (UNIX Time), 縦軸は所定の文字を打ち終わる時間 (秒)。

表 1: タイピングの速さなどの属性と C 言語の理解の測定方法。

データ項目	測定するデータ
タイピングの速さ (time)	所定の文字を打つ時間の平均
タイピングの速さのブレ (sd)	所定の文字を打つ時間の標準偏差
タイピングの正確さ (error)	入力ミスの回数 (不正確さとして使用する)
タイピングに対する積極性 (count)	タイピングを実施した回数
学習開始時のタイム向上率 ( $r_0$ )	タイピングを実施した日時を横軸, タイピング速度を縦軸としたグラフを二次関数で近似し, 学習開始時の二次関数の傾きを向上率とする。タイムが急激に向上するとより大きな負の値となる。
学習終了時のタイム向上率 ( $r_1$ )	上記の二次関数の学習終了時の傾きとする。学習終了時までタイムが向上している場合には, 負の数または 0 に近い数字になる。正の数の場合には, 学習終了時にはタイムが悪くなっていることを表す。
C 言語の理解 (score)	C 言語授業のテストの点数

表 2: 科目名と学習期間

科目名	C1	C2
受講者	初心者	C1 を終了した学生
期間	2011 年 4 月 5 日 14:50 ~ 2011 年 7 月 19 日 18:00	2011 年 9 月 20 日 14:50 ~ 2012 年 1 月 23 日 18:00
内容	変数, 配列, if 文, while 文, for 文	C1 の内容の復習, 関数, 構造体, ポインタ
学生数	34	38
授業回数	14 1 回 180 分	14 1 回 180 分

#### 4. 実験概要と結果

タイピングの速さや正確さと C 言語の理解度の相関を調査するために, 表 2 に示す 2 つのプログラミング授業において授業の開始前に毎回のタイピングを義務付てデータを収集した。

プログラミングの授業は 1 週間に 1 回, 4 か月間で計 14 回の講義・演習と, 1 回の試験で構成されている。1 回の授業・演習は 90 分を 1 コマとして 2 コマである。授業の開始時に, 毎回, タイピングを実施する。このタイピングは, 必ず 1 回を行うように義務付けている。ただし, 早くタイピングを完了した人は, もう一度行うことをしてもよいことにしている。授業スタイルは, 学生に対して課題を与え, その課題を解くための技術的な内容について説明し, そして学生は課題を全て解くとその日の授業が終わるといものである。

テストは, 教科書やインターネットなどを一切見ることができない状態で, 与えられた課題に沿ったプログラムを作成するものである。

表 3 にそれぞれのデータ項目と C 言語理解との相関関係を示す。5% 有意水準で相関関係が認められたところは, 初心者コースである C1 におけるタイピングの速さと C 言語の理解度である。タイピングの速度が速いほど, C 言語の理解が高いことになる。

タイピング速度と C 言語の理解度については, 初心者コースの C1 では相関がみられ, 上級者コースの C2 では相関を認めることはできなかった。そこで C2 についてさらに分析を進める。図 4 にタイピングの速度と C 言語の理解度を表すテストの点数についての関係を示す。このグラフより, タイピングが遅いにもかかわらずテストの結果が良いグラフにおける右上の点になるグループと, 逆にタイピングが早くテストの成績が悪いグラフにおける左下のグループとの特徴を分析した。その

については, C 言語の授業におけるテストの成績とする。さらにこれらに加え, 複数回のタイピングの変化度合いを表す指標として, 学習開始時のタイム向上率 ( $r_0$ ) と, 学習終了時のタイム向上率 ( $r_1$ ) を導入した。これは, 図 2, 図 3 のように横軸をタイピングを実施した日時, 縦軸をタイピング速度 (すべてのタイプを終わるまでの時間) としてプロットして二次関数によって近似し, その二次関数の開始時点と終了時点の傾きを求めたものである。 $r_0$  の数値が小さいものは図 2 のように実験期間内に大きくタイピング速度が向上したことを,  $r_0$  の数値が大きいものは図 3 のように実験期間内のタイピング速度の変化が比較的安定していることを表す。また, ユーザが初めてこのタイピングを実施したときのデータは, システムになれるまでに要した時間が含まれていると考えて, 分析の対象としていない。

表 3: 実験で得られたすべてのデータを対象とした, それぞれのデータ項目と C 言語理解との相関関係.

データ項目	C1+C2	C1	C2
タイピングの速さ (time)	相関なし	5%で相関*	相関なし
タイピングの速さのブレ (sd)		相関なし	
タイピングの正確さ (error)		相関なし	
タイピングに対する積極性 (count)		相関なし	
学習開始時のタイム向上率 ( $r_0$ )		相関なし	
学習終了時のタイム向上率 ( $r_1$ )		相関なし	

結果から, タイピングが遅くテストが良いグループは, タイピング練習の開始時にタイピング速度が向上する割合を表す  $r_0$  が低いことが, そしてタイピングが早く成績が悪いグループは  $r_0$  が高いことが分かった.  $r_0$  が低いとは急速にタイピング速度が向上することを,  $r_0$  が高いことはタイピング速度が初期の時から授業終了時まで比較的あまり変わらないスピードでタイピングしていることを表す.

以上のことより様々な  $r_0$  の値によってデータをグループ化して分析した. その結果から,  $r_0$  が  $-0.035$  以下のデータを除外して分析すると表 4 のようになることが分かった.  $r_0$  が  $-0.035$  以下のデータを除外とは, 授業の初期時に急速にタイピング速度を向上させている人をデータから除外するということがある.

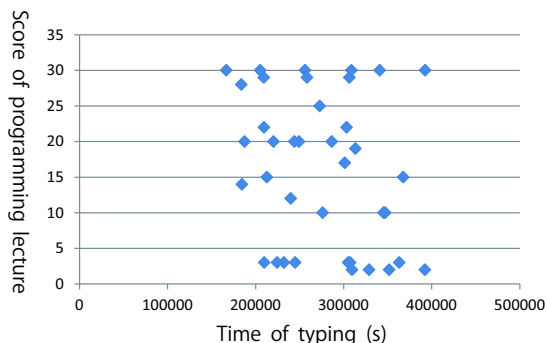


図 4: 上級者コース C2 におけるタイピングの速度と C 言語理解度との関係. 縦軸はテストの 30 点満点のテストの点数, 横軸は所定の文字を打つためにかった時間 (秒).

表 4 の結果より, タイピング速度と C 言語の理解度については, 急速に速度を向上させるデータを除く前には相関が認められなかった C1 と C2 を全て合わせたデータ, および C2 のデータにおけるタイピング速度と C 言語理解度との相関についても認められた. さらにそのデータを除く前には 5%有意水準で相関がみられた C1 のデータについてもさらに有意確率は減少し, 1%有意水準であっても相関がみられるようになった.

## 5. おわりに

「はじめに」で示した疑問の回答は, 次のようになった.

表 4: 急速にタイピング速度が向上するデータを除いた場合の, それぞれのデータ項目と C 言語理解との相関関係.

データ項目	C1+C2	C1	C2
タイピングの速さ (time)	5%で相関*	1%で相関**	5%で相関*
タイピングの速さのブレ (sd)		相関なし	
タイピングの正確さ (error)		相関なし	
タイピングに対する積極性 (count)		相関なし	
学習開始時のタイム向上率 ( $r_0$ )	相関なし		5%で相関*
学習終了時のタイム向上率 ( $r_1$ )		相関なし	

タイピング速度が実験期間内に急速に上昇する一部の学生を除いた場合には, タイピングの速度が速い人ほど C 言語の理解が高いことが示唆された.

この結果は, 因果関係を示すものではない. 因果関係とは, タイピング速度が向上すると C 言語の理解が高まる, ということである. この因果関係ではなく, 相関関係が明らかとなったのみである. つまり言い換えると, C 言語のタイピングを一所懸命したとしても C 言語の理解を高められるとは限らない, と言える. 今回の結果は, C 言語の授業を通して C 言語の理解が上がるのと同時に, C 言語のタイピングも早くなってきたとも考えられる. このような結果は, C 言語の理解のためにタイピングを練習するというよりは, C 言語の理解を測定するためにタイピング速度を利用する, と考えたほうが良いのかもしれない. この相関関係であるのか, それとも因果関係があるのかの調査は, 今後の課題である.

佐伯 [saeki 75] は自らの著書で「ガリ勉型人間」というタイプを定義した. この「ガリ勉型人間」は, 与えられた課題をクリアする作業に集中しすぎるあまり何かを理解するという学習はあまりしていないタイプである. また, Dehnadi ら [dehnadi 06] は, プログラミングは約 60%の人が向いていないと主張している. Dehnadi らのいうプログラミングの素養とは, 混沌とした情報の流れから法則性を導き出し, そしてその法則を正しくデータに対して適用できる能力である. 我々が明らかとした C 言語のタイピング速度と理解度との関係は, Dehnadi らのいうプログラミングの素養を身に付けさせるわけではなく, 佐伯のいう「ガリ勉型人間」を特定しているだけなのかもしれない.

## 参考文献

- [kita 12] 喜多一, 岡本雅子, 藤岡健史, 吉川直人: 写経型学習による C 言語プログラミングワークブック, 共立出版 (2012).
- [saeki 75] 佐伯胖: 「学び」の構造, 東洋館出版社 (1975).
- [dehnadi 06] S. Dehnadi, R. Bornat: The camel has two humps, Middlesex University Working Paper (2006).