

# グループ構成員における共通／個別の役割が モデル構築を伴う推定課題に与える影響

## Influence of common or individual role of group members on performance in number estimation with model construction

佐藤 信之介<sup>†</sup>, 山崎 治<sup>‡</sup>

Shinnosuke Sato, Osamu Yamazaki

<sup>†</sup>千葉工業大学大学院, <sup>‡</sup>千葉工業大学

Chiba Institute of Technology Graduate School, Chiba Institute of Technology

s1432065DD@s.chibakoudai.jp

### Abstract

In this research, we focused on homogeneity and heterogeneity in the role of task execution as a factor to promote number estimation with model construction. We investigated the relationship between assignment of role to participants and process of model construction in number estimation task. In order to confirm effects of assignment of roles, two kinds of roles were prepared: a proposer and a critic.

As a result, heterogeneous groups formed more detailed models in estimation process than homogeneous groups.

**Keywords** — number estimation, collaborative problem solving, homogeneity and heterogeneity, division of roles.

### 1. はじめに

協調活動では、構成員間の等質性や異質性が課題解決のパフォーマンスやプロセスに影響を与えていることが知られている。飛田(2014)は、等質性や異質性に着目した先行研究を展望し、等質性および異質性が協調活動プロセスとどう関わるのかを整理した。等質性の高い集団は、類似性の高さにより相手の行動が予測しやすいため、相互に報酬的となる相互作用が起りやすく、コミュニケーションや合意形成が行いやすいと考えられる。また、異質性の高い集団は、知識や価値観などの活用できる情報資源が増え、潜在的には優れたパフォーマンスを発揮する可能性が高いことが分かっている。しかし同時に、相互コミュニケーションや意思疎通の困難さなどが高まることで、パフォーマンスに抑制的に影響する可能性も高いと考えられる。

これまでの等質性・異質性に関する様々な先行研究では、より高いパフォーマンスを発揮するために異質性の高い集団が抱える課題を解決する方法が提案されてきた。その一方で、等質性の高い集団のパフォーマンスを向上させるための方法を検討する研究は多くない。大学や企業など、同様の専門性を持つ人が集まる可能性が高い組織は多く、実際にグループを形成することになった際、所属するメンバーで異質性の高いグループを形成することが困難な場合は少なくない。そ

のため、異質性の高い集団だけではなく、等質性の高い集団のパフォーマンスを向上させるための方法を検討する必要がある。

これまで等質性と異質性を規定する要素として、構成員の個々の個人特性である性差／文化差／専門性などが用いられてきた。これに対して、問題解決中で個々に割り当てられる役割もまた、等質性・異質性を規定する特性の一種として扱うことができると考えられる。そこで、本研究では等質性・異質性を規定する要素として「問題解決中の役割」を用い、これらの等質性および異質性が、問題解決パフォーマンスに及ぼす影響を調査する。本研究では課題として、与えられた題材についてモデル構築を行い、より高い精度の推定を目指す「フェルミ推定」を用いた。フェルミ推定のモデル構築では、アプローチの仕方が一意に決められているわけではないため、創造的な問題解決の特徴が含まれている。そのため、役割という観点からの等質性および異質性が、モデル構築プロセス自体の捉え直しなど、創造的な問題解決過程にどのような影響を及ぼすのか観察できることが期待される。他方、最終的な推定結果という観点からは、推定の精度や構築されたモデルの妥当性といった観点からのパフォーマンス評価を行うことも可能である。本研究ではグループの構成員に異なる役割を与えることが問題解決パフォーマンスに及ぼす影響を調査することが目的である。

### 2. 方法

#### 2.1 実験参加者

実験には情報学を専攻する学生 12 名(男性 11 名, 女性 1 名)が参加した。参加者は 2 人 1 組で課題を行った。参加者をグループに割り当てる際には互いに知り合いであることを条件とした。

#### 2.2 実験計画

1 要因 2 水準参加者内計画で実験を行った。構成員

間の異質性を高めるために「提案」と「評価」の役割を別々の構成員に与える分割条件と、構成員間の等質性を高めるために「提案」と「評価」の役割をどちらの構成員にも与える統一条件で実験を行った。参加者はどちらの条件も経験するよう2つの課題を別々の条件で行った。

### 2.3 材料

本研究では実験課題として「フェルミ推定」を用いた。課題は2つあり、課題1では「日本国内にあるPCの台数」を推定させた。この課題ではPCの種類をデスクトップPCとノートパソコンに限定し、PCはすべて過去に販売され、現在使用されているものであることとした。課題2では「1日のうちに119番通報によって救急車が出動する回数」を推定させた。この課題では熱中症など季節によって増える特定の事項を連想させないように、季節については特に指定しなかった。なお、課題1と課題2にはそれぞれ実験者の解答を用意した。課題1は一般財団法人電子情報技術産業協会が公表しているパーソナルコンピュータ国内出荷実績（一般財団法人電子情報技術産業協会，2017）と、内閣府の景気統計部調査からPCを買い替えるまでの使用年数（内閣府経済社会総合研究所景気統計部，2018）を掛け合わせ、実験者の解答とした（6457万5000台）。課題2はベレ出版の「日本で1日に起きていることを調べてみた」（宇田川，2018）に記載されている値を実験者の解答とした（1万7000回）。また、参加者がどのような手順で課題を分解したか記録するために、モデルを作成させるためのポストイットとA4用紙を複数枚用意し、その様子を録画・録音した。

### 2.4 手続き

実験では2つの課題を別日に実施することとし、約1週間の期間を空けて行った。それぞれの課題は、分割条件あるいは統一条件に沿って取り組みが行われた。課題の実施順および条件の割り当てに関しては順序効果を相殺するよう設定をした。

初めに参加者へ課題に関する説明を行い、その後、条件に基づき、課題遂行中に役割が書かれたA4用紙1枚を参加者に配布した。参加者には役割を意識させるために紙に書かれた内容を「課題の遂行中に重視すべき行動」と伝え、途中、10分ごとに計4回、紙に書かれた内容を意識できていたかを5段階で自己評価させた。

参加者に与えた役割については、「提案」と「評価」の二つを役割として用いる。「提案」では、

- 最も現実に近い値を求められるよう、採用される・されないに関わらず、複数の種類のモデル（目標に対する項目への分解）を提案すること
- 目標に対して漏れなく・重ならない項目に分解されたモデルをつくること

この2点が特に重要であるとした。一方、「評価」では

- 考えられるモデルの中でも、どのモデルが最も現実に近い値を求められそうであるかを考えること
- 分解されたモデルがより推定を行いやすいモデルになるよう判断し、調整すること

この2点が特に重要であるとした。

また、モデルを作成するために、出た意見を付せんに記入し、図1のような形でA4用紙に貼り付けることを求めた。課題終了後には課題の解答と、解答に至るまでの計算過程を解答用紙に記入してもらい、実験を終了した。

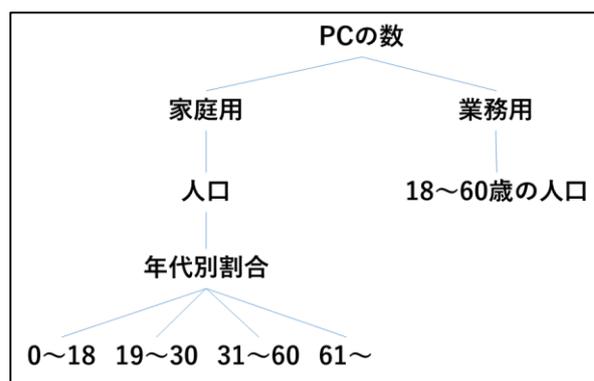


図1：作成されたモデル図の例

## 3. 結果

各グループの課題遂行の順序や条件は表1の通りに行われた。課題達成時間は必要があれば時間の延長を行ったためグループによってばらつきが生じた（表2）。

表1：グループごとの課題の条件と実施の順番

グループ	課題1	課題2	実施の順番
A	分割	統一	課題1→2
B	統一	分割	課題1→2
C	分割	統一	課題2→1
D	統一	分割	課題2→1
E	統一	分割	課題1→2
F	分割	統一	課題1→2

表2：各グループの課題達成時間

グループ	課題1	課題2
A	49:20	40:08
B	56:31	40:06
C	49:09	45:39
D	41:31	40:07
E	99:36	61:19
F	81:17	42:45
平均	62:54	45:00

### 3.1 推定の精度

課題ごとの推定値に対して課題依存の効果を解消するために正規化を行い分析に用いた。推定値は上限がなく負の値を取らないため、分析には Brown(2002)による absolute order of magnitude error (OME)を用いた。OME は対数変換した変数 a と変数 b の差の絶対値で表され、変数 a と b の距離を表す。本研究では OME の値を以下のように計算する。

$$OME = |\log_{10} \text{実験者解答} - \log_{10} \text{推定値}|$$

OME は 0 に近づくほど推定値が実験者解答に近く、1 に近づくほど 1 桁のずれがあることを示す。表 3 に条件ごとの OME の平均値と標準偏差をまとめた。各グループの OME について対応のある t 検定を行った結果、有意な差はみられなかった ( $t(5) = 0.39, p = .71, r = .17$ )。

### 3.2 モデル分析

推定値とは別に、課題中に作成されたモデルに関して分析を行った。グループによっては 1 つの課題に対

して、異なるアプローチに基づく 2 種類以上のモデルが作成されていた。そこで、条件ごとに産出されたモデル数の平均と標準偏差をまとめた。ただし、各グループの課題達成時間にばらつきがあるため、問題を解くための目安とした 40 分時点でのモデル算出数を表 3 の「産出モデル数」に示した。各グループの 40 分時点での産出モデル数について対応のある t 検定を行った結果、有意な差はみられなかった ( $t(5) = 2.23, p = .08, r = .71$ )。

モデルの構築を行う課題においては、途中で別のモデルに切り替える場面や、現在検討中であるモデルの一部に手を加えて組み替えたりする場面が発生していた。そこで、課題遂行中に別のモデルへ切り替えた回数とモデルの一部に手を加えた回数の平均と標準偏差を表 3 の「モデルの切替と組替数」にまとめた。この結果も産出モデル数と同様に、各グループの課題達成時間にばらつきがあるため、40 分時点での回数をまとめている。各グループの 40 分時点での別のモデルへ切り替えた回数とモデルの一部に手を加えた回数の合計について対応のある t 検定を行った結果、有意な差はみられなかった ( $t(5) = 1.58, p = .17, r = .58$ )。

次に、産出されたモデルのノード数に着目した。ノード数の多さは、モデル構築の過程でモデルの分解が多く試みられたことを表していると考えられる。フェルミ推定の解決過程において、モデルの分解は重要な要素となっている。そのため、分解に伴い生成されるノードの多寡は、各グループの解決過程の質を表す指標だと考えられる。ただし、分解によりノードが生成されるとき、多くのノードに分解しやすい特性をもつ対象もある（極端な例では「都道府県」というノードは 1 都 1 道 2 府 43 県の 47 のノードにわけることが可能）。そのため、必ずしもノードの多さが、「分解」というアクションの行われた回数を示すとは限らない。そこで、モデルの部分構造に着目した分析を行った。図 2 のように産出されたモデルを全体モデルと定義し、木構造のデータと同様、節とその下の部分を切り出したときにそれ自体が木構造となっている箇所 (=部分木)を部分モデルと定義した。部分モデルの数をまとめることで、ノードの数よりもさらに正確に「分解」アクションが発生した回数を調べることができる。条件ごとの部分モデルの数の平均と標準偏差を表 3 にまとめた。各グループの部分モデルの数について対応のある t 検定結果を行った結果、有意な差はみられなかった ( $t(5) = 0.75, p = .49, r = .32$ )。

表 3：各結果の条件ごとの平均値(括弧内は標準偏差)

	分割条件	統一条件
OME	0.49 (0.36)	0.56 (0.26)
産出モデル数(～40min)	1.33 (0.52)	0.83 (0.41)
モデルの切替と組替数(～40min)	3.67 (1.37)	2.67 (1.63)
部分モデル数	7.83 (2.99)	6.33 (4.37)

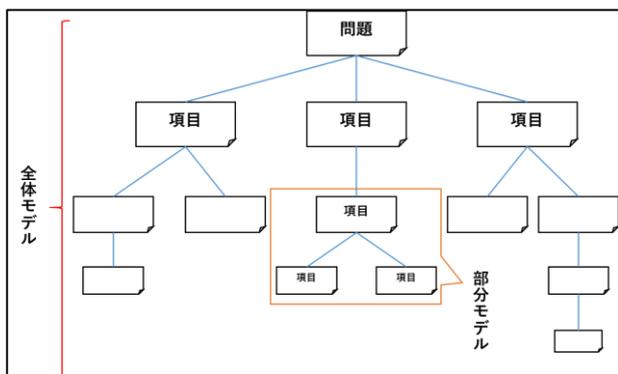


図 2：全体モデルと部分モデル

部分モデルの数について、条件間で差はみられなかったが、課題 1 に注目してみると同じ分割条件でも産出されたモデルに極端な違いがみられた(図 3, 図 4). 課題ごとにモデルの構築のしやすさが異なると考えられたため、部分モデルの数を課題 1 と課題 2 で分け、条件ごとに平均と標準偏差を求めた(表 4). その結果、課題 1 よりも課題 2 において部分モデルの数における条件の違いが明確になる可能性が指摘された。そこで、課題 2 のみ着目し、実際にどのようなノードに対して部分モデルへの分解が行われていたのかをまとめた。木構造の節にあたる部分モデルのノードを節ノードと定義し、その内容を列挙した。表 5 に課題 2 における分割条件と統一条件の節ノードの内容を示す。表 5 の節ノードについては重複する内容のノードは省かれている。この結果から、課題 2 では、それぞれに対して「提案」と「評価」の役割を分けて割り当てた分割条件において、部分モデルへの分解が多様な観点から行われていたことが示唆された。

さらに、課題 2 における各グループで、部分モデルへの分解を行った参加者が、2 名の内、いずれの参加者かを特定した。図 5 に、参加者ごとに、部分モデルの分解へ関与した回数を示す。この結果から、統一条件に

比べて分割条件では、部分モデルの分解がより多く行われていたことが明らかとなった。さらに、分割条件で部分モデルの分解に寄与した参加者は、「提案」の役割を割り当てられた参加者よりも「評価」の役割を割り当てられた参加者であることも示唆された。

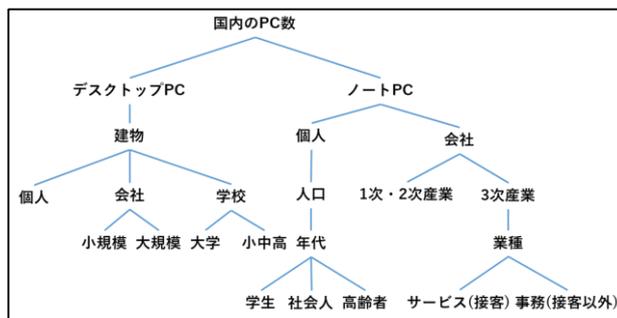


図 3：課題 1 のモデル図(グループ A)

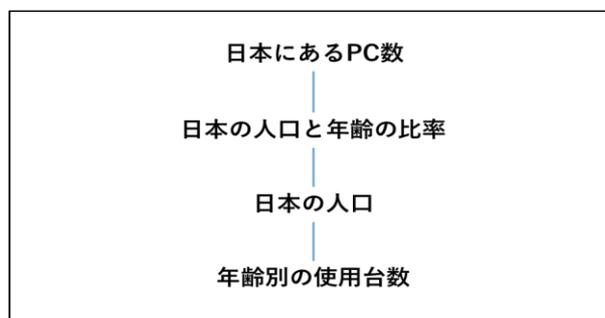


図 4：課題 1 のモデル図(グループ C)

表 4：課題ごとの部分モデルの数

課題 1		課題 2	
分割	統一	分割	統一
7.33 (4.51)	8.67 (5.51)	8.33 (1.15)	4.00 (1.00)

表5：条件における部分モデルの節ノード

分割条件	午前 / 午後 / 市区町村 / 都道府県 / 4人家族 / 人口 / 家 / 外出先/ 交通事故 / 事件 / 全国 / 本州 / 四国 / 九州 / 出動の回数(1回)に対する人口/ 消防署の数 / 1病院が1日に出勤できる最大数 / 1病院が実際に出勤する回数/ 病気 / 怪我 / 呼ばれる条件 / 地域全体の病人の割合 / 地域ごとの事故率/ 日本人の平均生存日数 / 総合呼び出し回数
統一条件	市区町村 / 消防署数 / 日本の病院の数 / 1病院が出勤する回数 / 日本人の平均寿命 / 栄えている都道府県 / 栄えてる・栄えてない地域の割合と拠点数 / 拠点ごとの救急車の使用回数

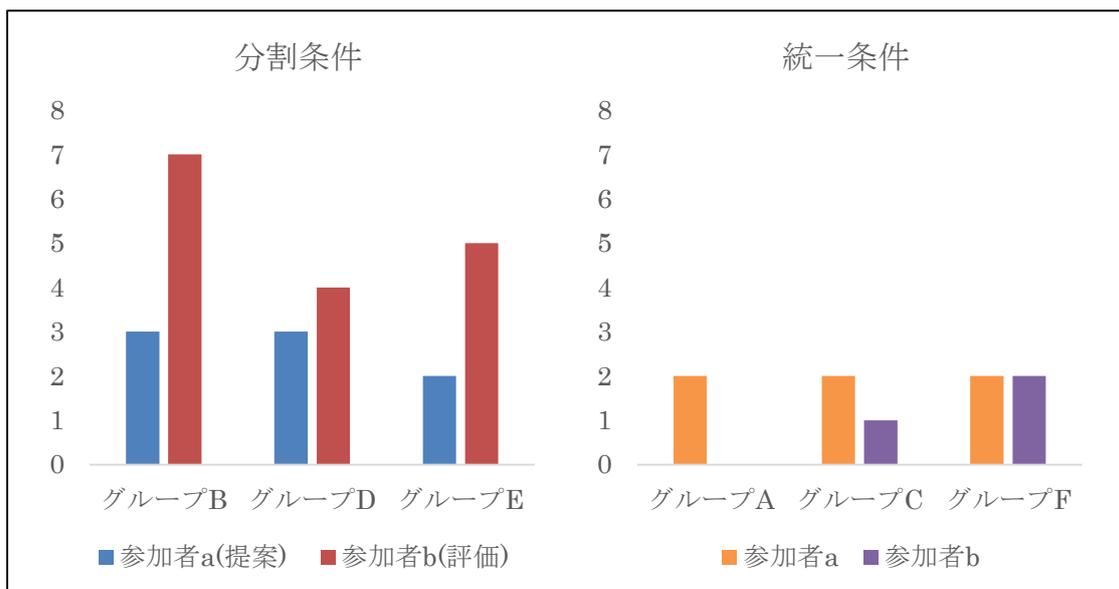


図5：課題2における参加者の節ノードの産出きっかけとなった回数

## 4. 考察

### 4.1 推定の精度に対する「役割」

実験の結果から、同様の役割を与える場合と個別の役割を与える場合では、モデル構築を伴う推定課題において、推定の精度に与える影響は小さいという結果が得られた。図3のように分割条件で網羅性の高いモデルが産出されたとしても、該当グループの OME の値が 1.08 であった。このことから、推定の精度に関しては、フェルミ推定における見積もりの手掛かりは参加者一人ひとりが持つ情報源に依存することが多く、異なる役割を与えるだけでは「性別」や「専攻」といった個人特性のように判断材料となる情報源を増やすことが困難であったと考えられる。

### 4.2 モデル構築

グループごとの課題達成時間の差により 40 分時点での産出されたモデルの数や部分モデルの数をまとめた。モデルの構築においては産出されたモデルの数や

部分モデルの数に有意な差はないという結果だった。産出されたモデルについては有意な差がみられなかったものの、大程度の効果量を示していることから、今後参加者を増やすことで有意な差が現れる可能性がある。実際の実験では、「提案」の役割を与えられた参加者が異なるアプローチのモデルを提案する場面や、「評価」の役割を与えられた参加者が現状の課題の進行度合いと経過時間から判断して別のアプローチのモデルを考案しようと相手に持ち掛ける場面がいくつか見られた。このような特徴から、モデルの産出については「提案」や「評価」の行動を役割として与えられることで、モデルが産出されやすくなることも考えられる。今後は発話データに基づき、分割条件で与えられた役割に基づいた発話行動がどの程度行われたのかを調べ、モデルの産出数との関係を分析する必要がある。

部分モデルの数については条件間で有意差がみられなかったものの、産出モデル数と同様に大程度の効果量があった。課題1と課題2に分けて部分モデルの数

をまとめた結果、表4で示したように条件間で部分モデルの数が分割条件で多くなる可能性が示唆された。分割条件で役割の違いによる節ノードの産出のきっかけに差があるのかを見たところ、「評価」の役割を与えられた参加者が関与する機会が多いことがわかった。一方、統一条件ではそもそも部分モデルの数が分割条件と比べて少なく、どのグループも節ノードの産出きっかけについて2者間の間で偏りはみられなかった。このことは、課題2においてのみ分割条件で「評価」の役割を与えられた参加者が、モデルをさらに細分化するための節ノードの産出に関与していたことを示唆している。つまり、課題による差はあるものの、「評価」の役割はモデルの構築を促進する効果があった可能性がある。しかしながら、部分モデルの数を条件間で比較していたところを課題1と課題2に分けたことで、比較可能なデータ数が少なくなってしまう統計的な検定をおこなえなかった。そのため、今後比較可能なデータ数を増やし、より正確な分析を行うことで、「問題解決中の役割」を分けて与えることが、モデル構築を伴う課題においてモデルの構築を促す可能性を検討する必要がある。

#### 4.3 等質性・異質性としての「役割」

これまでの研究におけるグループの等質性・異質性は、参加者が元々持っている個人特性によって操作されたものが多かった。それに対して本研究では等質性・異質性として、参加者が元々持っていない後付けの特性として、「問題解決中の役割」を用い、等質性と異質性を操作することで問題解決パフォーマンスに対する影響を調査した。先行研究では、等質性と異質性によるパフォーマンスへの影響について、ある指標については異質性の高いグループが有意に高い場合もあれば、また別の指標に関しては等質性の高いグループと異質性の高いグループについて差がない場合もあると報告されている(例えば、Hoffman(1959))。本研究で行った実験では、「問題解決中の役割」として役割を「提案」と「評価」に分けた場合において、推定の精度には効果がなく、モデル構築に関しては効果が表れる可能性があることが示唆された。つまり、後付けの特性としての「問題解決中の役割」において、異質性をもたせた役割の割り当てによって、課題やモデルの分解が促進される可能性がある。しかし、先述したようにモデル構築に関しては比較可能なデータ数が少ないため、今後十分な検討を重ねる必要がある。また、今回用いた「提案」

と「評価」は、あくまで役割を分ける際の一例でしかなく、ペアプログラミングにおける「実行者」と「観察者」のような役割や、就職活動のグループディスカッションにおける「司会」や「書記」といった役割も存在する。そのため、グループに役割を与えて等質性と異質性を操作することに対する効果については、今後別の課題や役割構成で実験を行い、慎重に検討する必要がある。

#### 5. まとめ

本研究では、「問題解決中の役割」として「提案」と「評価」の役割を操作して異質性の高いグループである分割条件と等質性の高いグループである統一条件を作り、参加者に2つの条件を経験するように課題を実施させた。実験では、モデルの構築を伴う推定課題を通して「問題解決中の役割」の等質性・異質性が問題解決パフォーマンスに与える影響を調査した。実験の結果、等質性の高いグループである統一条件と異質性の高いグループである分割条件の間で、課題の推定結果の精度と産出されたモデル数や部分モデルの数に有意な差はみられなかった。しかしながら、部分モデルの数に関しては課題2において分割条件でモデルの構築が行われやすい可能性が示唆された。しかし、課題を分けたことで比較可能なデータ数が少なくなったため、今後さらに参加者を増やし実験を行う必要がある。

「問題解決中の役割」を等質性・異質性の要素として用いることについては、十分な効果を示すことができなかった。その一方で、本研究のような、参加者が元々持っていない後付けの特性として等質性・異質性の効果を検討することは、異質性を確保することが困難である組織でも問題解決パフォーマンスを向上させるために重要なことであると考えられる。そのため、今後の等質性・異質性に関する研究において、参加者の個人特性のみに関わらず、後から加えることによって異質性を高めることのできる要素を用いた実験を検討することも求められていくべきだろう。

#### 参考文献

- Brown, N.R., (2002) "Real-world estimation: Estimation modes and seeding effects", *Psychology of learning and motivation*, Vol. 41, pp. 321-359.
- 飛田操, (2014) "成員の間の等質性・異質性と集団による問題解決パフォーマンス", *The Japanese Journal of Experimental Social Psychology*, Vol. 54, No. 1, pp. 55-67.

Hoffman, L. R., (1959) “Homogeneity of member personality and its effect on group problem-solving.”, *The Journal of Abnormal and Social Psychology*, Vol. 58, No. 1, pp. 27.

一般財団法人電子情報技術産業協会, (2017) “パーソナルコンピュータ国内出荷実績(2011~2017)”,  
<<https://www.jeita.or.jp/japanese/stat/pc/index.htm>>  
2019年 4月14日アクセス

内閣府経済社会総合研究所景気統計部, (2018) “消費動向調査(平成30年3月調査)”,  
<<https://www.esri.cao.go.jp/jp/stat/shouhi/hohonb.pdf>>  
2019年4月14日アクセス

宇田川勝司, (2018) “日本で1日に起きていることを調べてみた”, ベレ出版, pp. 104-105.