

## 修士論文

# 太陽と月を利用した $\pi$ の低速計算アルゴリズムに関する理 論的研究

田中 研太郎

奈良先端科学技術大学院大学

先端科学技術研究科

情報理工学プログラム

主指導教員: 田中 沙織 教授  
脳・行動モデリング研究室（情報科学領域）

令和 XX 年 2 月 20 日提出

本論文は奈良先端科学技術大学院大学先端科学技術研究科に  
修士(工学)授与の要件として提出した修士論文である。

田中 研太郎

審査委員：

田中 沙織 教授 (主指導教員, 情報科学領域)  
あああああ 教授 (副指導教員, 情報科学領域)  
あああああ 准教授 (副指導教員, 情報科学領域)

# 太陽と月を利用した $\pi$ の低速計算アルゴリズムに関する理 論的研究\*

田中 研太郎

內容梗概

## キーワード

π, 天文学, 数学, 計算機, アルゴリズム

\* 奈良先端科学技術大学院大学先端科学技術研究科 修士論文, 令和 XX 年 2 月 20 日.

# **Theoretical Studies on Low-Speed Calculation Algorithms of Utilizing the Sun and the Moon<sup>\*</sup>**

Hanako Sentan

## **Abstract**

The calculation of  $\pi$  has been paid much attention since human beings appeared on the earth. This thesis presents novel low-speed algorithms to calculate  $\pi$  utilizing the sun and the moon. This is a sample abstract. This is a sample abstract.

## **Keywords:**

$\pi$ , astronomy, mathematics, computer, algorithm

---

\* Master's Thesis, Graduate School of Science and Technology, Nara Institute of Science and Technology, February 20, 202X.

## Table of contents

1.	<b>はじめに</b>	1
1.1	過去における研究 . . . . .	1
1.1.1	先行研究での知見 1 . . . . .	2
1.1.2	先行研究での知見 2 . . . . .	2
1.1.3	先行研究での知見 3 . . . . .	2
1.1.4	先行研究での知見 4 . . . . .	2
1.1.5	先行研究での知見 5 . . . . .	2
1.1.6	先行研究での知見 6 . . . . .	2
1.1.7	先行研究での知見 7 . . . . .	2
1.2	先行研究の問題点 . . . . .	2
1.3	研究の目的と意義 . . . . .	2
2.	<b>現状と今後の課題</b>	3
3.	<b>方法</b>	3
3.1	参加者 . . . . .	3
3.2	実験材料・装置・刺激 . . . . .	3
3.3	統計解析 . . . . .	3
4.	<b>結果</b>	4
4.1	記述統計 . . . . .	4
4.2	メインの解析の前提となる解析 . . . . .	4
4.2.1	変数間の相関係数 . . . . .	4
4.2.2	ヒストグラム . . . . .	6
4.2.3	2群の比較（連続変数） . . . . .	6
4.2.4	2群の比較（離散変数） . . . . .	6
4.3	メインの解析の記載 . . . . .	7
4.3.1	重回帰分析 . . . . .	7
4.3.2	分散分析の結果 . . . . .	10
4.4	メインの解析結果を補強する解析の記載 . . . . .	11
5.	<b>考察</b>	11
5.1	主要な発見の概要 . . . . .	11
5.2	考えられるメカニズムの考察と説明 . . . . .	11

5.3	関連のある先行研究の結果との比較 . . . . .	11
5.4	研究結果が与える示唆 . . . . .	11
5.5	研究の限界と今後の課題 . . . . .	11
5.6	結論 . . . . .	11
6.	<b>要約</b>	11
7.	<b>謝辞</b>	11
8.	<b>参考文献</b>	11
	<b>付録</b>	13
A.	<b>付録</b>	13
1.1	おまけその1 . . . . .	13
1.2	おまけその2 . . . . .	13

## List of Figures

1	Convolutional Neural Network (CNN) . . . . .	1
2	ミュラー・リヤー錯視の例 . . . . .	3
3	神経症傾向のヒストグラム . . . . .	6
4	神経症傾向の平均と標準誤差 . . . . .	8
5	おまけの図 . . . . .	14

## List of Tables

1	Big Five 因子の記述統計量 . . . . .	4
2	Big Five 因子の平均・標準偏差と相関 . . . . .	5
3	性別と教育歴についてのクロス集計表 . . . . .	7
4	重回帰分析結果 . . . . .	9
5	分散分析結果 . . . . .	10

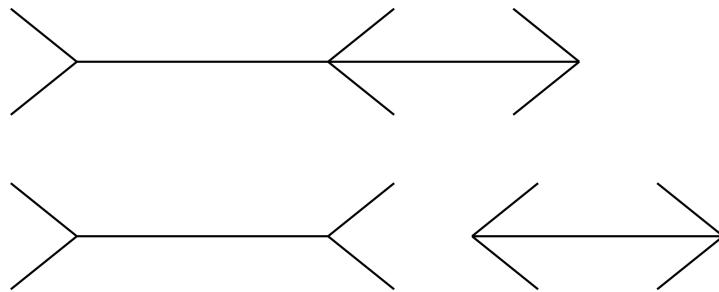
# 1. はじめに

まず、Abrams (2020) のように、すると、bib ファイル内の Abrams の 2020 年の論文が引用されます。そして、次のように、[]でくくると文末の引用スタイルになります (Allport, 1967)。また、文末に複数引用する場合は、こういう感じにします (ベルクソン, 1889 合田・平井訳 2002; Freud, 1956–1974)。この Qmd ファイルでは BibLatex-jpa を使ってていますので、日本語文献も処理できます。例えば、向田 (2009)、堀 (2009)、矢嶋・長谷川 (2013) は、XXX について示した (Freud, 1956–1974; von Helmholtz, 1910/1925) などの文章も処理できます。

1.1 節では、過去における研究について述べ、2 章では、現状と今後の課題について述べる。また、付録 1.1 におまけその 1 を添付する。

## 1.1 過去における研究

Figure 1  
*Convolutional Neural Network (CNN)*



過去における研究としては (Krizhevsky et al., 2012) などがある。Figure 1 に示すように、CNN の構造は複雑である。

数式の表示を確認するため、いくつかの例を示す。インライン数式の例として、相関係数は  $r = 0.85$  であった。また、平均値は  $\mu = 100$ 、標準偏差は  $\sigma = 15$  である。

ディスプレイ数式（番号付き）の例として、オイラーの公式は以下のように表される：

$$e^{i\pi} + 1 = 0 \quad (1)$$

Equation 1 は数学において最も美しい公式の一つとして知られている。

また、zスコアの計算式は Equation 2 で示される：

$$z = \frac{X - \mu}{\sigma} \quad (2)$$

番号なしのディスプレイ数式の例として、標準誤差は以下のように計算される：

$$\sigma_e = \sigma_y \sqrt{1 - r_{xy}^2}$$

### 1.1.1 先行研究での知見 1

### 1.1.2 先行研究での知見 2

### 1.1.3 先行研究での知見 3

#### 1.1.4 先行研究での知見 4

### 1.1.5 先行研究での知見 5

### 1.1.6 先行研究での知見 6

### 1.1.7 先行研究での知見 7

## 1.2 先行研究の問題点

### 1.3 研究の目的と意義

## 2. 現状と今後の課題

現状と今後の課題現状と今後の課題現状と今後の課題現状と今後の課題現状と今後の  
課題現状と今後の課題現状と今後の課題現状と今後の課題現状と今後の課題現状と今  
後の課題現状と今後の課題現状と今後の課題現状と今後の課題現状と今後の課題現状  
と今後の課題現状と今後の課題

### 3. 方法

### 3.1 参加者

### 3.2 実験材料・装置・刺激

Figure 2  
ミュラー・リヤー錯視の例

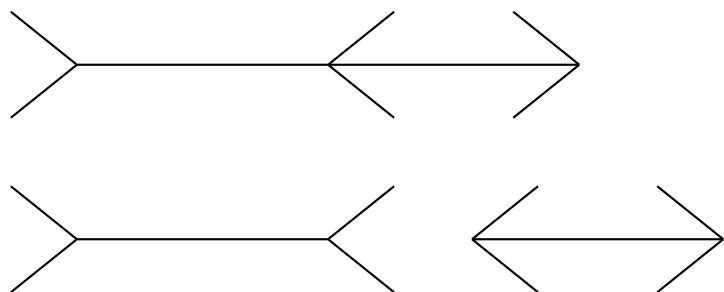


Figure 2 は、ミュラー・リヤー錯視の典型的な例を示している。

### 3.3 統計解析

統計解析は、macOS 26.0.1 上で、R version 4.3.1 (2023-06-16) を用いて実施された。

## 4. 結果

### 4.1 記述統計

Table 1 に、Big Five 因子の記述統計量を示す。

Table 1  
*Big Five* 因子の記述統計量

	n	Mean	SD	Median	Min	Max	Skewness	kurtosis
Extraversion	2713	18.96	2.71	19	5	29	0.01	1.08
Neuroticism	2694	15.82	5.97	15	5	30	0.22	-0.66
Conscientiousness	2707	19.04	2.77	19	5	30	-0.17	0.81
Agreeableness	2709	21.04	3.68	22	5	30	-0.66	0.68
Openness	2726	19.34	2.74	19	5	29	-0.02	1.09

Note. SD=standard deviation

### 4.2 メインの解析の前提となる解析

#### 4.2.1 変数間の相関係数

変数間の相関係数を以下に示す。

Table 2

*Big Five* 因子の平均・標準偏差と相関

Variable	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	1	2	3	4
1. Extraversion	2713	18.96	2.71				
2. Neuroticism	2694	15.82	5.97	.04*			
				[.00, .08]			
				<i>p</i> = .049			
3. Conscientiousness	2707	19.04	2.77	.18**	.25**		
				[.15, .22]	[.21, .28]		
				<i>p</i> < .001	<i>p</i> < .001		
4. Agreeableness	2709	21.04	3.68	.30**	-.14**	.06**	
				[.26, .33]	[-.18, -.10]	[.02, .10]	
				<i>p</i> < .001	<i>p</i> < .001	<i>p</i> = .002	
5. Openness	2726	19.34	2.74	.25**	.16**	.25**	.19**
				[.22, .29]	[.12, .20]	[.21, .28]	[.15, .23]
				<i>p</i> < .001	<i>p</i> < .001	<i>p</i> < .001	<i>p</i> < .001

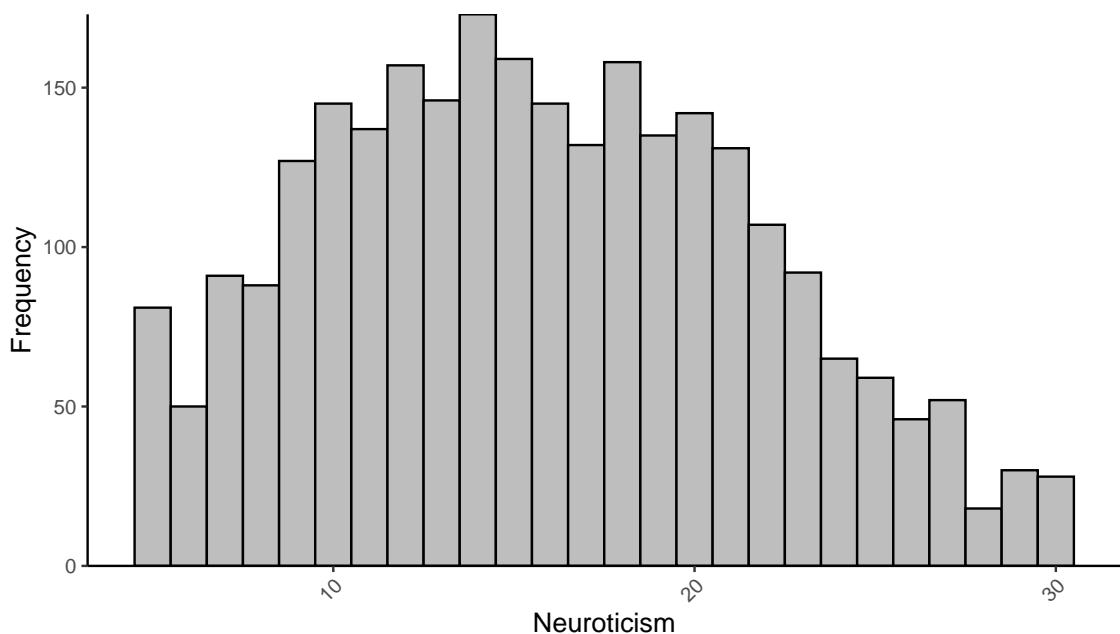
Note. *N* = number of cases. *M* = mean. *SD* = standard deviation. Square brackets = 95% confidence interval.

\* indicates *p* < .05. \*\* indicates *p* < .01.

#### 4.2.2 ヒストグラム

神経症傾向の分布を Figure 3 に示す。

Figure 3  
神経症傾向のヒストグラム



#### 4.2.3 2 群の比較（連続変数）

神経症傾向に関して性差を検討したところ、男性 ( $M = 14.74, SD = 5.72$ ) よりも、女性 ( $M = 16.35, SD = 6.03$ ) の方が有意に神経症傾向が高かった ( $t(1853.20) = 6.77, p = 0.00, d = 0.27, 95\%CI [0.19, 0.35]$ )。この結果を Figure 4 に示す。

#### 4.2.4 2 群の比較（離散変数）

女性より、男性の方が高学歴者が多いことが示唆された ( $\chi^2 (1.00, N = 2800) = 8.61, p = 0.00$ )。詳細は Table 3 を参照されたい。

Table 3  
性別と教育歴についてのクロス集計表

		Education	
		High	Low
Gender			
	Female	131	1608
	Male	93	745

### 4.3 メインの解析の記載

#### 4.3.1 重回帰分析

重回帰分析の結果を以下に示す。

MBESS package needs to be installed to calculate R2 confidence intervals.

Figure 4  
神経症傾向の平均と標準誤差



Table 4  
重回帰分析結果

Predictor	<i>b</i>	95% CI	<i>beta</i>	95% CI	Unique $R^2$	95% CI	<i>r</i>	Fit
(Intercept)	41.12**	[22.72, 59.53]						
adverts	0.09**	[0.07, 0.10]	0.52	[0.44, 0.61]	.27**	[.18, .36]	.58**	
airplay	3.59**	[3.02, 4.15]	0.55	[0.46, 0.63]	.29**	[.20, .38]	.60**	

$R^2 = .629^{**}$

95% CI[NA,NA]

*Note.*  $N = 200$ . *b* = unstandardized regression weight. *beta* = standardized regression weight. Unique  $R^2$  = semipartial correlation squared. *r* = zero-order correlation. CI = confidence interval.

\* indicates  $p < .05$ . \*\* indicates  $p < .01$ .

### 4.3.2 分散分析の結果

分散分析の結果を以下に示す。

MBESS package needs to be installed to calculate eta-squared confidence intervals

MBESS package needs to be installed to calculate eta-squared confidence intervals

MBESS package needs to be installed to calculate eta-squared confidence intervals

MBESS package needs to be installed to calculate eta-squared confidence intervals

MBESS package needs to be installed to calculate eta-squared confidence intervals

MBESS package needs to be installed to calculate eta-squared confidence intervals

Table 5

分散分析結果

Predictor	SS	df	MS	F	p	$\eta^2_{partial}$	90% CI
(Intercept)	29403.12	1	29403.12	354.10	<.001		
gender	156.25	1	156.25	1.88	.177	.04	[NA, NA]
alcohol	102.08	2	51.04	0.61	.546	.03	[NA, NA]
gender x alcohol	1978.12	2	989.06	11.91	<.001	.36	[NA, NA]
Error	3487.50	42	83.04				

Note. SS = Sum of squares. df = degrees of freedom. MS = mean square. CI indicates the confidence interval for  $\eta^2_{partial}$ .

## 4.4 メインの解析結果を補強する解析の記載

## 5. 考察

### 5.1 主要な発見の概要

### 5.2 考えられるメカニズムの考察と説明

### 5.3 関連のある先行研究の結果との比較

### 5.4 研究結果が与える示唆

### 5.5 研究の限界と今後の課題

### 5.6 結論

## 6. 要約

## 7. 謝辞

Thank you. Thank you.

## 8. 参考文献

- Abrams, Z. (2020). *Building a safe space in the pandemic*. American Psychological Association. Retrieved December 31, 2021, from <https://www.apa.org/topics/covid-19/pandemic-safe-space#>
- Allport, Gordon W. (1967). Attitudes. In Martin Fishbein (Ed.), *Readings in Attitude Theory and Measurement* (pp. 3–13). John Wiley & Sons Inc.
- Bergson, Henri. (1889). *Essai sur les données immédiates de la conscience*. (ベルクソン, H. 合田 正人・平井 靖史 (訳) (2002). 意識に直接与えられたものについての試論 筑摩書房)
- Freud, S. (1956–1974). *Standard editions of complete psychological works of Sigmund Freud* (Vols.1-24). Hogarth Press.
- von Helmholtz, H. (1925). *Treatise on Physiological Optics* (Vol.3, J. P. C. Southall, Ed., & Trans.). Optical Society of America. (Original work published 1910)

堀 洋道 吉田 富二雄・松井 豊・宮本 聰介(編) (2009). 新編社会心理学 改訂版 福村  
出版

Krizhevsky, A., Sutskever, I., & Hinton, G. E. (2012). *ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks* Advances in Neural Information Processing Systems 25 (NIPS'12), 1097–1105.

向田 久美子 (2009). 語りに見るライフ・スクリプトの文化心理学的研究——文化圏間比較と世代間比較を通して—— 白百合女子大学大学院博士論文

矢嶋 美保・長谷川 晃 (2013). 家族機能が中学生の社交不安に及ぼす影響——日本の親子のデータを用いた検討—— 感情心理学研究, 27(3), 83–94. [https://doi.org/10.4092/jsre.27.3\\_83](https://doi.org/10.4092/jsre.27.3_83)

## 付録

### A. 付録

#### 1.1 おまけその1

これはおまけです。これはおまけです。これはおまけです。これはおまけです。これはおまけです。これはおまけです。これはおまけです。これはおまけです。これはおまけです。これはおまけです。これはおまけです。これはおまけです。これはおまけです。これはおまけです。これはおまけです。これはおまけです。これはおまけです。これはおまけです。これはおまけです。これはおまけです。

#### 1.2 おまけその2

これもおまけです。これもおまけです。これもおまけです。これもおまけです。これもおまけです。これもおまけです。これもおまけです。これもおまけです。これもおまけです。これもおまけです。これもおまけです。これもおまけです。これもおまけです。これもおまけです。これもおまけです。これもおまけです。これもおまけです。

Figure 5  
おまけの図

