

令和3年度 特別研究報告書

平等な抽選を行うための
システムについて

龍谷大学 理工学部 情報メディア学科

T180484 米良 真絢

指導教員 三好力教授

内容梗概

近年チケットの高額転売が問題となっている。2019年6月14日からチケットの不正な転売を禁止する新たな法律「チケット不正転売禁止法」が施行されているが未だに定価を上回るチケットが多数出品されている。チケットの抽選で不平等だと感じるが多いため、当選確率を変えて平等な抽選を行うシステムが開発できれば良いのではないかと考え、システム開発を行うことにした。

本研究では既存のプログラムの改良を行う。完全ランダムな抽選では当選に偏りが生じるため、一度当選した者は確率を下げることで平等な抽選を実現する。

完全ランダムな抽選プログラムと確率を変動させたプログラムを用意して実験を行った結果、ともに抽選回数を多くすればするほどより平等な抽選を行うことができるということが分かった。また、50回以下の抽選であれば確率を変動させたプログラムで抽選を行った方がより平等性が高いことも分かった。

目次

第1章 はじめに	1
1.1 研究目的.....	1
第2章 既存技術.....	2
2-1 公平なガチャシステム	2
2-2 SQL で順位付け	4
2-3 Web 抽選システム.....	5
2-3-1 Web 抽選システムの仕組み	5
2-3-2 機能.....	6
2-3-3 利用場面・活用シーン	7
2-4 業務用抽選システム	7
第3章 提案手法.....	9
第4章 実験.....	10
4-1 実験1（完全ランダム）	10
4-1-1 実験1の結果	10
4-2 実験2（確率変動1）	12
4-2-1 実験2の結果	12
第5章 まとめ	15
謝辞.....	16
参考文献	17

第1章 はじめに

1.1 研究目的

近年チケットの高額転売が問題となっている。2019年6月14日からチケットの不正な転売を禁止する新たな法律「チケット不正転売禁止法」[1]が施行されているが未だに定価を上回るチケットが多数出品されている。チケット不正転売禁止法というのは、国内で行われる映画、音楽、舞踊等の芸術・芸能やスポーツイベント等のチケットのうち、興行主の同意のない有償譲渡を禁止する旨が明示された座席指定等がされたチケットの不正転売等を禁止する法律だ。国民生活センターの2019年6月6日付発表資料より、インターネットにおけるチケット転売に関する相談件数の推移を図1に示す。

自分自身ライブや舞台に行く機会が多くチケットの抽選を行うことが多い。そこで何度も連続で当選する人がいる一方何度抽選を行っても落選する人がおり、不平等だと感じる人が多い。そこで、当選確率を変えて平等な抽選を行うシステムが開発できれば良いのではないかと考え、システム開発を行うことにした。

本研究では既存のプログラムの改良を行い、平等な抽選を目的としたシステム開発を行う。

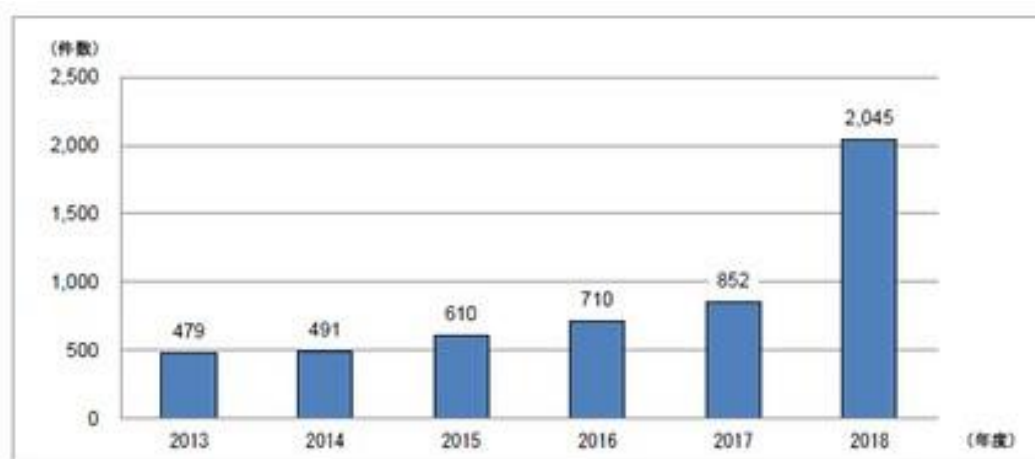


図1.インターネットにおけるチケット転売に関する相談件数の推移

第2章 既存技術

2-1 公平なガチャシステム

まずカードとそれに対応するマスクを公開する。このマスクは nn ビットで構成されていて、カードの種類と一対一に対応している。このマスクは SSR など希少なカードほど 1 のビットが多く、N などありがちなカードほど 0 が多くなるようにしておく。次にユーザーがガチャを引こうとすると、アプリケーションがサーバーへそのことを通知する。その後サーバーは、無作為な文字列 A と nn ビットのデータ B をデータベースへ書き込み、 A と B をアプリケーションへ送信する。アプリケーションは A に任意の文字列を追加して、文字列 C を生成したのちに文字列 C のハッシュ値を計算し、 B との AND (論理積) を計算し、それを D とする。[2]

$$D=B\&\text{hash}(C)$$

アプリケーションは D に対応するマスクを持つカードを表示し、 A と B と C をサーバーへ送信する。

この際に、もし D に対応するマスクが一つもない場合は、アプリケーションは A に任意の文字列を追加して文字列 C を生成するところからやりなおす。

サーバーは、サーバー側のデータベースに A と B が記録されているかの二つを検証する。文字列 C の中に A が含まれているか・サーバーは C からアプリケーションと同じように D を計算する

$$D=B\&\text{hash}(C)$$

サーバーは D と同じマスクを持つカードをユーザーに与え、もし D に対応するマスクが一つもない場合はエラーを返す。最後にデータベースから A と B を削除する。この処理の内容を下のシーケンス図に表す。

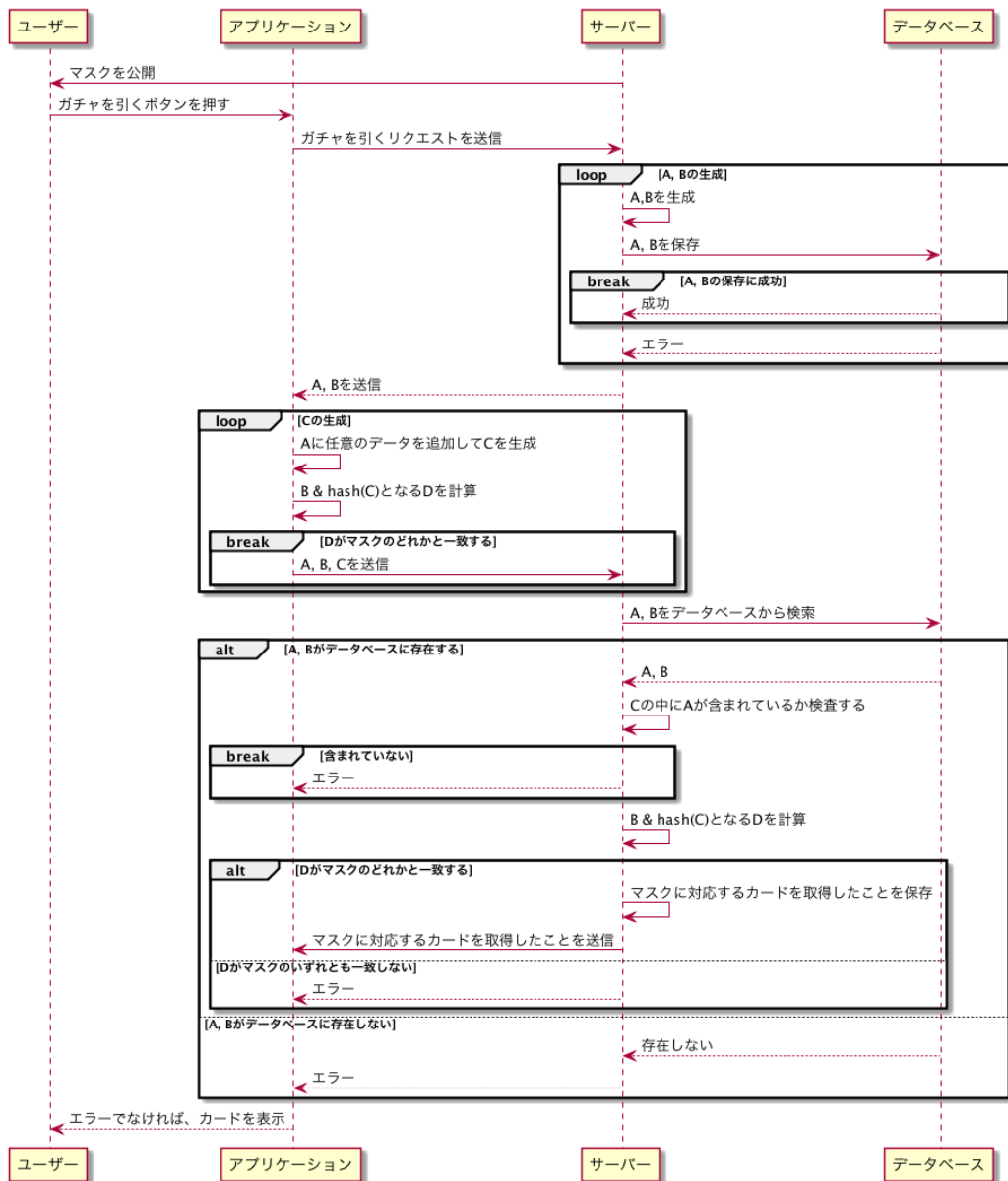


図 2.[1]から参照

このポイントは、ガチャをサーバーが生成した乱数からハッシュ値の衝突確率という問題に切り替えたことである。こうすることで不透明なサーバー内でのガチャ処理を行わずに、透明なハッシュ値によるガチャを行うことができる。ユーザーは、サーバーにデータを送る前に自分が引いたガチャの結果を知ることができるし、もしサーバーで検証して自分で確かめた結果と異なる場合は、どちらが悪いのか確かめることができる。また、これは計算の直前に A を与えている。

これがソルトのような役割を果たすので、あらかじめ大量に計算するのは無駄であると思われる。

2-2 SQL で順位付け

SQL はデータベース管理システム上でデータやデータベースを制御するための言語である。ユーザーやシステムからの命令を受けてリレーショナルデータベースに問い合わせを行い、結果を返してモニターなどに表示する。SQL は大きく分けて 3 種類の言語から構成されている。[3][4]

●データ定義言語 (Data Definition Language)

データ定義言語は DDL と略され、RDBMS で扱うオブジェクト (テーブルやインデックスなど) の構造や、オブジェクト同士の関係を定義する構文だ。

<DDL の命令文>

CREATE : 新しいデータベースやテーブルなどのオブジェクトを定義する

JOIN : テーブル同士を結合する

DROP : 定義したオブジェクトを削除する

ALTER : 定義したオブジェクトの内容を変更する

TRUNCATE : データをすべて削除する

●データ操作言語 (Data Manipulation Language)

データ操作言語は DML と略され、データベースを操作するための構文だ。目的語やさまざまな条件を示すキーワードと組み合わせて使われ、多くのパターンがある。目的語には「~以上」「~以下」などの条件をつけることもでき、SQL 関数と呼ばれる関数を使用することもできる。

<DML の命令文>

SELECT : データベースを検索する

INSERT : データを挿入する

DELETE : データを削除する

UPDATE : データを更新する

●データ制御言語 (Data Control Language)

データ制御言語は DCL と略され、データへのアクセスを制御する構文だ。トランザクションやシステムを管理したり、ユーザーのアクセス権を制御したりするために使われる。

<DML の命令文>

GRANT：ユーザー権限を付与する

REVOKE：ユーザー権限を削除する

BEGIN：トランザクションを開始する

COMMIT：トランザクションを確定する

ROLLBACK：トランザクションを取り消す

SQL を用いることでデータベースの中から情報を読み取り、検索したい条件を満たしたもののみを表示することができる。例として当選回数をデータ化し、「回数が〇回以下のみ表示」という風にして当選回数の低いものから順に表示することができる。表示されたデータに上から順に番号を付けることによって順位付けが可能になる。

2-3 Web 抽選システム

WEB・オンライン自動抽選システムとは、QR コードやシリアルコード参加のキャンペーンの開催から抽選・プレゼンの送付を一元管理できる SNS 販促システムである。SNS やスマホなどが普及したことでユーザーが簡単に参加できる、インスタントウィンや SNS キャンペーンなどが注目されている。[5]

2-3-1 Web 抽選システムの仕組み

Web・オンライン自動抽選システム・ツールの仕組み・参加の流れ

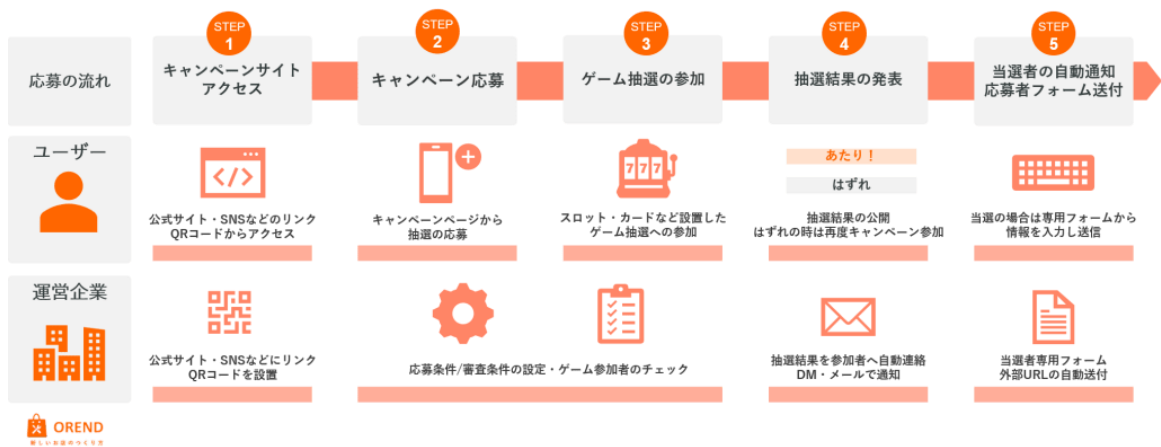


図 3.Web・オンライン自動抽選システム・ツールの仕組み・参加の流れ

- ①消費者が公式サイトやチラシからキャンペーンサイトへアクセスする。その後キャンペーンサイトにアクセス、メールアドレスやシリアルコードなど必要情報を入力し、スクラッチカードやスロットなどのゲームに参加する。
- ②ゲーム参加者の中からあたりを抽選し、当選者には自動連絡・デジタルノベルティ送付・専用応募フォームが送られる。

参加から応募条件・自動抽選・プレゼント送付までを一括対応できるのがWEBオンライン自動抽選システム・ツールの仕組みである。

2-3-2 機能

WEB・オンライン自動抽選システムの主な機能は次のように6つある。

機能名	詳細機能
キャンペーン自動抽選	即時抽選・参加回数制限・当選等級設定・当選確率の設定
QR・シリアルコード発行	QR・シリアルコード・SMSなどクローズドかつセキュアな抽選
フォーム・LP作成	キャンペーンフォーム・サイトの作成
ゲーム抽選	スロット・くじ引き・ルーレット・スクラッチ
デジタルギフト連携	クーポン券・デジタルギフトの送付
API・外部システム連携	会員サイト・外部システムとの連携
販促・リピーター機能	Webプッシュ・メルマガ配信・アンケート配信

図 4.WEB・オンライン自動抽選システムの主な機能

キャンペーン自動抽選機能は即時抽選や参加可回数を制限するなどが可能で、リンクへのアクセス先やキャンペーンに参加するためのQRコードやシリアルコードを発行し、クローズドな抽選を行うことが出来る。またキャンペーンフォームやサイト・ランディングページもツール上で作成できる。ゲーム抽選では、スロットやくじ引き・ルーレット・スクラッチなどによる抽選が可能である。

2-3-3 利用場面・活用シーン

活用法	施策例	利用業界
フォロワー・認知度獲得	SNS×インスタントウィンによるハッシュタグ・リツイートキャンペーン	メーカー・小売・飲食 アパレル・ECなど
商品購入特典・新商品販促	新規商品の購入者へ限定特典による販売キャンペーン	メーカー・小売・アパレル・ECなど
アンケート調査・サンプル配布	ギフトを活用したSNSや会員へのアンケート収集	メーカー・小売 アパレル・ECなど
新規顧客・会員の獲得	抽選キャンペーンを活用した新規会員獲得 デジタルギフト×抽選によるリード獲得	小売・アパレル EC・BtoB会員サイト
来店・販売促進	抽選形式のクーポン配信 イベント会場でのスタンプラリー	小売・アパレル EC・BtoB会員サイト

図 5.具体的な活用シーン

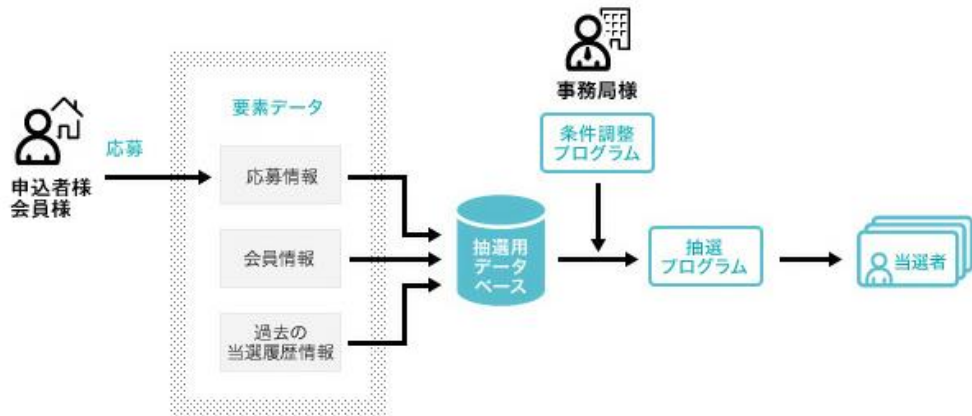
利用シーンとしてはさまざまなパターンがあるが、SNSを活用したインスタントウィンによるハッシュタグ・リツイートキャンペーンを行いフォロワー獲得や商品販促は一般的な利用方法である。また新規顧客を獲得するための、商品購入特典などの販売キャンペーンとしても利用されることもある。

販促とは違った活用法としては、マーケティング調査の一環としてギフトを活用してSNSや会員のアンケート回収・BtoB企業の新規リード獲得や来店促進などにも活用できる。

2-4 業務用抽選システム

コンサート等のイベント公演チケットや、入会・購入者特典プレゼント等の販促キャンペーンの抽選処理業務を簡単に行えるシステムである。大量データを高速に処理するプラットフォームが大きな特徴で、大手音楽事務所、大手チケット販売会社で採用実績がある。

また、申込み情報だけでなく、会員情報・過去データなどを絡めることにより、事業者の「ねらい」を反映した抽選ロジックにて当選情報をはじき出すことも可能である。[6]



- 真に公平な抽選結果を導き出すための最適な抽選ロジックを実現します。
- 要素データと重み(ポイント)付け等、抽選結果の根拠が明確です。

図 6.抽選業務の仕組み

第3章 提案手法

研究のタイトルである「平等な抽選システム」の「平等」について説明する。完全にランダムな抽選が平等であるといった考えもあるが、完全にランダムな場合は無限回抽選を行うと全員の当選確率が当選確率に近づくということを根拠にしており、この抽選方法では有限回の少ない抽選回数の場合は、何度抽選を行っても当選しないと感じる人が出てくると考えられる。有限回の少ない抽選回数では、当選者の数を増やすことが、完全にランダムな抽選より「平等」と考えた。そこで、ここでは一度当選した者は次回以降の抽選では当選し辛くし、有限回の抽選でも多くの人々が当選するようなシステムを考える。先ほどの既存技術 2-4 で紹介した業務用システムのように、応募者の情報・会員情報・過去の当選歴を加味した抽選が本研究に近い。

提案手法である確率を変動させた抽選についてだが、抽選人数を x 人・抽選回数を t 回とすると 1 回目の抽選はランダムに行うため当選確率は全員同じで $\frac{1}{x}$ となる。2 回目の抽選では 1 回目の当選者の当選確率は $\frac{1}{2x-1}$ 、1 回目の落選者が当選する確率は $\frac{2}{2x-1}$ となる。抽選人数は $x(x-1)(t-1)$ と抽選回数を追うごとに増えていき、落選者の確率が上がるようにする。このアルゴリズムのメリットは、過去の当選回数を元に単純な計算式で当選確率を下げるため、計算不可が低いこと、計算式も単純なので理解を得られやすいことがある。

本研究ではより平等性の高い抽選プログラムを作ることを目的とする。

第4章 実験

提案手法の平等性を確認するため、有限回の抽選での当選の分布を調べる実験を行う。抽選は1から10の数字を1つ選んで当選とし、複数回の抽選で各数字が何回出てきたのかをカウントし表にまとめる。ランダムなプログラムと確率を変動させたプログラムとの抽選結果の比較を行う。

4-1 実験1 (ランダム)

1から10までの数字をランダムに表示するプログラムを作り、10回・20回・50回・100回・500回の5パターンを行った。ランダムに選ばれた数字はテキストファイル(test.txt)に追記書き込みを行う。またデータの散らばり具合を調べるためにそれぞれの数字が全体の何%の回数表示されたのかを調べ、%の値の分散も計算する。数字は1から10の10個あるのですべての数字が均一に表示されるとすると各数字につき平均が10%となり、この数字を用いて平均値からどれだけ離れているかを計算する。分散 s^2 の計算は下記の式(n がデータの個数、 x_i が個々の数字、 \bar{x} が平均値を表す)を用いる。平均値はここでは10とする。

$$s^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

4-1-1 実験1の結果

各数字が何回表示されたのか、その数字が全体の何%の回数表示されたのかの2つの項目を表1から表4に示す。また、それぞれのデータの分散の計算結果も下記に示す。

表 1.10 回抽選した結果

数字	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
回数	0	1	2	0	1	2	0	0	3	1
%	0	10	20	0	10	20	0	0	30	10

$$s^2 = \frac{1}{10} \{4 \times (0 - 10)^2 + 3 \times (10 - 10)^2 + 2 \times (20 - 10)^2 + (30 - 10)^2\} = 100$$

表 2.20 回抽選した結果

数字	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
回数	0	4	2	0	1	7	0	0	4	2
%	0	20	10	0	5	35	0	0	20	10

$$s^2 = \frac{1}{10} \{4 \times (0 - 10)^2 + (5 - 10)^2 + 2 \times (10 - 10)^2 + 2 \times (20 - 10)^2 + (35 - 10)^2\} = 125$$

表 3.50 回抽選した結果

数字	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
回数	1	5	8	2	7	8	4	3	6	6
%	2	10	16	4	14	16	8	6	12	12

$$s^2 = \frac{1}{10} \{(2 - 10)^2 + (4 - 10)^2 + (6 - 10)^2 + (8 - 10)^2 + (10 - 10)^2 + 2 \times (12 - 10)^2 + (14 - 10)^2 + 2 \times (16 - 10)^2\} = 21.6$$

表 4.100 回抽選した結果

数字	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
回数	9	12	8	8	12	10	9	12	12	8
%	9	12	8	8	12	10	9	12	12	8

$$s^2 = \frac{1}{10} \{3 \times (8 - 10)^2 + 2 \times (9 - 10)^2 + (10 - 10)^2 + 4 \times (12 - 10)^2\} = 3$$

上記の結果を見ると、抽選回数が多ければ多いほど分散が小さくなるのではないかと考えた。よって抽選回数を大幅に増やし、一例として 500 回抽選した結果を表 5 に示す。また分散の計算結果も下記に示す。

表 5. 実験 1 で 500 回抽選した結果

数字	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
回数	51	48	50	52	51	50	52	50	45	51
%	10.2	9.6	10	10.4	10.2	10	10.4	10	9	10.2

$$s^2 = \frac{1}{10} \{(9 - 10)^2 + (9.6 - 10)^2 + 3 \times (10 - 10)^2 + 3 \times (10.2 - 10)^2 + 2 \times (10.4 - 10)^2\}$$

$$= 0.16$$

4-2 実験 2 (確率変動)

実験 1 と同じく 1 から 10 までの数字をランダムに表示するプログラムを作り、10 回・20 回・50 回・100 回操作を行った。ここでは提案アルゴリズムに従って一度選ばれた数字はそのままにし、それ以外の数字を増やして繰り返し実験を行う。1 回目の抽選は 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10 の 10 個の数字でランダムに行い、もし 1 回目の抽選で 1 が表示された場合、2 回目は 1 以外の数字を各 1 個ずつ増やし、1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,9,10,10 の 19 個の数字で実験を行う。1 回目の抽選で 1、2 回目の抽選で 2 が表示された場合 3 回目の抽選では 1,1,2,2,3,3,3,4,4,4,5,5,5,6,6,6,7,7,7,8,8,8,9,9,9,10,10,10 の 28 個の数字で抽選を行う。結果はテキストファイル (test2.txt) に追記書き込みを行う。またデータの散らばり具合を調べるために分散も計算する。

4-2-1 実験 2 の結果

各数字が何回表示されたのか、その数字が全体の何%の回数表示されたのかの 2 つの項目を表 6 から表 9 に示す。また、それぞれのデータの分散の計算結果も下記に示す。

表 6.10 回抽選した結果

数字	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
回数	0	1	0	1	2	2	1	1	1	1
%	0	10	0	10	20	20	10	10	10	0

$$s^2 = \frac{1}{10} \{3 \times (0 - 10)^2 + 5 \times (10 - 10)^2 + 2 \times (20 - 10)^2\} = 50$$

表 7.20 回抽選した結果

数字	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
回数	0	1	0	2	6	2	3	1	2	3
%	0	5	0	10	30	10	15	5	10	15

$$s^2 = \frac{1}{10} \{2 \times (0 - 10)^2 + 2 \times (5 - 10)^2 + 3 \times (10 - 10)^2 + 2 \times (15 - 10)^2 + (30 - 10)^2\}$$

$$= 70$$

表 8.50 回抽選した結果

数字	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
回数	3	3	3	3	8	9	8	2	8	3
%	6	6	6	6	16	18	16	4	16	6

$$s^2 = \frac{1}{10} \{(4 - 10)^2 + 5 \times (6 - 10)^2 + 3 \times (16 - 10)^2 + (18 - 10)^2\} = 28.8$$

表 9.100 回抽選した結果

数字	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
回数	12	10	7	5	12	14	9	7	13	11
%	12	10	7	5	12	14	9	7	13	11

$$s^2 = \frac{1}{10} \{(5 - 10)^2 + 2 \times (7 - 10)^2 + (9 - 10)^2 + (10 - 10)^2 + (11 - 10)^2 + 2 \times (12 - 10)^2$$

$$+ (13 - 10)^2 + (14 - 10)^2\} = 7.8$$

4-3 考察

実験 1.2 の分散を抽選回数（10 回抽選から 100 回抽選まで）ごとにまとめたものを表 10 に示す。

表 10. 実験 1・2 の分散まとめ

	10 回抽選	20 回抽選	50 回抽選	100 回抽選
実験 1	100	125	21.6	3
実験 2	50	70	28.8	7.8

表 10 より、実験 1 の完全ランダムなプログラムを用いた抽選では抽選回数が多くなるほど分散が小さくなりより平均に近くなることが分かった。100 回抽選から 500 回抽選と回数をかき多くすることにより分散が 3 から 0.16 と小さくなり限りなく 0 に近くなった。また実験 2 の確率を変動させたプログラムを用いた抽選でも実験 1 と同じように抽選回数

が多くなるほど分散が小さくなった。しかし実験1では分散が100から3まで小さくなっているのに対し実験2では50から7.8なので比較すると実験1のほうが回数を繰り返せば繰り返すほど平均との差が縮まっていることが分かる。

実験1のランダムな抽選では各数字の表示される確率はどれも $\frac{1}{10}$ と同じ確率になっていることから抽選回数を多くすれば多くするほど平均との差が縮まり自分が思い描いていた平等な抽選を行うことができる。抽選回数が少ない時（10回抽選の際）は実験1の分散が100に対して実験2の分散が50であることから実験2の抽選方法の方がより平等性が高い。

本研究では平等な抽選を行うためのシステムの開発を目的としていたが、抽選回数が20回から50回の間の実験2の確率を変動させた抽選よりも実験1の完全ランダムな抽選の方が分散が小さくなっていることから、50回以下の抽選であれば確率を変動させたプログラムで抽選を行った方がより平等性が高いことが分かった。

第5章 まとめ

本研究では平等な抽選を行うためのシステムの開発を目的としていた。研究方法としては完全ランダムなプログラムと確率を変動させたプログラムの2つを用いて抽選を複数回行い、平均とのばらつきを比較することで平等に抽選を行うことができているのかを考えた。その結果、以下の2点が分かった。まず1つ目は、どちらのプログラムで抽選を行っても、抽選回数を大きくすればするほど分散が小さくなり、より平等な抽選を行うことができるということである。2つ目は、50回以下の抽選であれば確率を変動させたプログラムで抽選を行った方がより平等性が高いことである。

また、実験2の確率を変動させたプログラムで抽選確率を下げてはいるが一時的なもので完全ランダムな抽選と大差がなかったことから、当選とみなされた数字以外を1つだけでなく3つなどもっと多くの数字で抽選を行い、大幅に確率を下げる必要がある。

最後に今後の課題としては、大幅に当選確率を下げる方法の検討、抽選回数が少なくても均一に当選するようなプログラムの作成などが挙げられる。また、既存の抽選システムのように過去の当選歴等の登録情報を加味した抽選プログラムの作成も検討したい。

謝辞

本研究を進めるにあたり、多くの助言、指導をしてくださった三好力教授に心から御礼申し上げます。

参考文献

[1]消費者庁 COLUMN11 「チケット不正転売禁止法」について

https://www.caa.go.jp/policies/policy/consumer_research/white_paper/2020/white_paper_column_11.html , 2021/08/16

[2] 僕が（一部を）考えた公平なガチャシステム

<https://qiita.com/yju/items/a5c281ed17bb3c49d4d5> , 2021-9-13

[3]SQL で順位付け -SELECT 文でランキングをつくる-

<https://qiita.com/wanko5296/items/55a8fea9422998419138> , 2021-10-01

[4]SQL とは？データベース言語の基礎知識をわかりやすく解説！

<https://hnavi.co.jp/knowledge/blog/sql/> , 2021-10-01

[5] Web 抽選システム費用比較 23 選 | 無料オンラインキャンペーンおすすめツール・仕組み・API 機能

<https://orend.jp/mag/a0231#Web> , 2021-11-04

[6]KOSAIDO

https://www.service-kosaido.jp/service/it_media/system_construction/lottery.html ,
2021-11-04

付録 開発したソースコード

(prog.c)

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <time.h>

int main(void){

    FILE *file;

    file = fopen("test.txt", "a");

    int num[100] = {1,2,3,4,5,6,7,8,9,10};

    srand(time(NULL));

    int i,s;

    i = rand() % 10;

    s = num[i];

    printf("%d\n",s);

    fprintf(file,"%d\n",s);

    fclose(file);

    return 0;

}

int num[100] =
{1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,3,3,3,3,3,3,3,3,3,3,4,4,4,4,4,4,4,4,4,4,5
,5,5,5,5,5,5,5,5,5,5,6,6,6,6,6,6,6,6,6,6,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,8,8,8,8,8,8,8,8,8,9,9
,9,9,9,9,9,9,10,10,10,10,10,10,10,10,10,10,10};

srand(time(NULL));

int i,s;

i = rand() % 10;

s = num[i];

printf("%d\n",s);

fprintf(file,"%d\n",s);

fclose(file);

return 0;

}
```

(prog2.c)

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <time.h>
```

```
int main(void){
```

```
    FILE *file;

    file = fopen("test.txt", "a");
```