

# 就職活動における囚人のジレンマ構造のモデル表現

小川 倫\*

我が国における学生の新卒就職活動においては学生の負担が大きいことが指摘されており、とくに学生の応募企業数の多さが問題であると考えられる。本研究では、その原因の1つとして、各学生にとっては企業への応募数を増やすことが得であるにもかかわらず、全員が応募数を増やすと逆に損になってしまうという囚人のジレンマ構造があることを示した。手法として、就職活動について単純な仮定を置いた上で全学生と全企業が同列である場合と学生と企業に序列がある場合について就職活動をモデル化し、数式とシミュレーションを用いてジレンマの存在を示した。また、解決策として学生の企業への応募数に制限をかける施策を検討した結果、それがどちらの場合も効果があること、学生と企業に序列がある場合には格差を縮小する効果があるという結論が得られた。

## 1. はじめに

### 1.1 研究の背景と目的

我が国における学生の新卒就職活動においては、学生が非常に大きな負担を感じていることがしばしば指摘されている。例えば恩田<sup>1)</sup>は就職活動の現状を「就活地獄」と形容し、学生が応募種類の準備や面接などの就職活動に要する負担や内定を得る難しさを紹介して、学生が精神的に極度に疲弊していることを論じている。

本研究で特に注目するのは、学生の企業への応募数の多さである。リクルートキャリアの調査<sup>2)</sup>によると、2014年卒就活生の応募数の平均は20.1社と少なくなく、恩田<sup>1)</sup>でも多くの企業に応募しながらも内定を得られない学生の例が紹介されている。前述のように学生の企業への応募には多大な負担があるため、応募数を減らすことができれば学生にとって有益だと考えられる。

本研究の目的は、学生の企業への応募数の多さの要因として囚人のジレンマ構造があることを示すことである。つまり、各学生にとっては応募数を増やすことが得だが、全ての学生がその行動をとると全ての学生が損をしてしまう、という構造が存在することを示す。

これまで論じられてきた就職活動の厳しさの要因としては、大学教育と企業が求める人材のミスマッチ、学生にとって不明確な企業の採用基準など<sup>3)</sup>様々ある。しかし、囚人のジレンマ構造に起因する応募数の増加を分析した研究は筆者の知る限り存在しない。就職活動に関連する研究としては奥田<sup>3)</sup>や森・倉橋<sup>4)</sup>があるが、これらは就職活動の改善案を就職活動の進め方の形式、学生や企業の意識などに焦点を当てて論じたもので、応募企業数に関する囚人のジレンマに焦点を当てたものではない。

本研究では、就職活動において学生の応募数に関する囚人のジレンマが存在することを示す。その際、状況の仮定として、全ての学生と企業が同列である場合と、学生と企業にそれぞれ序列がある場合の両方を検討する。

またその解決策として、学生の応募企業数を制限する施策の効果を検討する。手法としては数式による検討とマルチエージェントシミュレーションによる検討を行う。

### 1.2 本稿の構成

まず2章では、本研究で検証する仮説である就職活動における囚人のジレンマ構造を明確に定義し、直観的な説明を行う。

3章では4章以降の分析のために、単純な仮定を置いて就職活動をモデル化する。

4章では、全学生と全企業が同列である場合についての囚人のジレンマ構造を数式を用いて示す。

5章ではシミュレーションを用いて、学生と企業が同列である場合と、各学生と各企業に能力や賃金などの序列の差がある場合について、囚人のジレンマ構造を示す。また、応募企業数を制限する施策について検討を行う。

最後に6章で結論と今後の課題を記す。

## 2. 仮説

囚人のジレンマとはゲーム理論の分野でよく知られた言葉であり、各個人が自らの利益のために行動した結果逆に損をしてしまう状況を指す。本研究で示す囚人のジレンマをもう一度明確に定義しておこう。

「就職活動において、各学生は応募企業数を増やすことで常に自らの利益を増加させることができる。しかし、全ての学生がそう考えて応募企業数を増やすと、各学生にとっては逆に損をする結果となってしまう。」

このことは直観的には以下のように説明できる。まず、他の学生が応募企業数を変えないのであれば、自分が応募企業数を増やすことで内定を1つ以上得ていずれかの企業に入社できる確率（以後、入社率とする）を上げることができる。これはほとんど明らかだろう。しかし、全ての学生がそう考えて応募数を増やすと、企業1つあ

\* 東京大学大学院工学系研究科都市工学専攻

たりに集まる応募の数が増えることとなる。しかし企業の採用人数は変わらないから、競争率が増して任意の企業から内定を得る確率は逆に減少してしまう。結果として、各学生は応募数を増やすことによる利益を享受することができないと考えられる。また、任意の企業から内定を得る確率が減少するという事は自らの志望する特定の企業から内定を得る確率も減少するという事であり、これは学生にとって大きな損失である。加えて、応募企業数が増えるぶん負担も大きくなる。以上のような理由で、各学生が自らの利益のために応募企業数を増やすと、結果的に学生は逆に損をしてしまうと考えられる。これは囚人のジレンマと呼ばれる構造そのものである。

以下の章ではこのジレンマの存在を示すために、より具体的な検討をしていく。

### 3. 仮定

2章の仮説を検証するために、以下のような単純な仮定を置いて就職活動をモデル化する。

- 各学生は、自らの企業の選好、企業から内定を得る確率、応募にかかる費用を考慮して、自らの利益を最大化するように任意の数の企業へ応募する。
- 各企業は自らに応募してきた学生のうち、能力が高いと判断した学生から優先的に内定を出す。各企業は希望する新入社員の人数を設定しており、学生の内定辞退も考慮して入社人数の期待値が希望に近づくように内定を出す人数を設定する。
- 各学生は企業から内定を得たら、最も選好順序の高い企業を1社選んで入社する。

4章と5章ではこの仮定に基づいて検証を行う。

### 4. 数式による表現

本章では、全ての学生と企業が同列であると仮定したときに囚人のジレンマが存在することを数式により示す。

#### 4.1 仮定

3章で示した仮定に加え、以下のような仮定を置く。

- 各学生の企業の選好順序は、各学生について独立に、ランダムに定められる。
- 全学生の能力は等しく、企業は学生をランダムに選抜する。
- 全ての企業は同じ数の新入社員数を希望する。
- 全ての学生は同じ数の企業に応募する。
- 学生の応募にかかる負担は無視する。
- 全企業の希望新入社員数の合計は、学生数よりも少ない。

#### 4.2 数式による表現

変数を以下のように設定する。

$N_S$  : 学生数

$N_C$  : 企業数

$N_E$  : 企業が希望する新入社員の人数

$n$  : 各学生の応募企業数

$p(n)$  : 各学生が内定を1つ以上得る確率 (入社率)

$q(n)$  : 各学生が任意の企業から内定を得る確率 (第一志望入社率)

$p'(n)$  : 1人だけ  $n+1$ 社に応募した学生の上社率

仮定より各学生の企業選考はランダムであるから、 $q(n)$ の任意の企業から内定を得る確率は第一志望に入社する確率に等しいことを指摘しておく。これより、 $p(n), q(n), p'(n)$ を  $n$ の関数として示していく。

まず、仮定より各企業に入社する学生数の期待値は  $N_E$  である。企業はそうなるように内定を出す人数を決定している。よっていずれかの企業に入社する学生数の期待値は  $N_C \cdot N_E$  である。したがって、入社率  $p(n)$ は、

$$p(n) = \frac{N_C \cdot N_E}{N_S} \quad (1)$$

である。また、 $p(n)$ は内定を1つ以上得る確率だから、応募した  $n$ 個の企業のどこからも内定を得ない確率を1から引いた値である。よって、

$$p(n) = 1 - (1 - q(n))^n \quad (2)$$

が成り立つ。(2)に(1)を代入して整理すると、

$$q(n) = 1 - \left(1 - \frac{N_C \cdot N_E}{N_S}\right)^{\frac{1}{n}} \quad (3)$$

となる。このとき、1人だけ  $n+1$ 企業に応募する学生がいる場合を考える。この学生は多くの学生の中の1人なので、この行動によって任意の企業に内定する確率  $q(n)$ は変化しないと仮定できる。よって、この学生が内定を1つ以上得る確率  $p'(n)$ は、

$$p'(n) = 1 - (1 - q(n))^{n+1} \quad (4)$$

である。(4)に(3)を代入して、

$$p'(n) = 1 - \left(1 - \frac{N_C \cdot N_E}{N_S}\right)^{\frac{n+1}{n}} \quad (5)$$

である。

(2), (3), (5)式から明らかなように、 $p(n), q(n), p'(n)$ は  $\frac{N_C \cdot N_E}{N_S}$ の値によってのみ決まり、 $p(n)$ は定数である。

$\frac{N_C \cdot N_E}{N_S} = 0.6$ のとき、 $p(n), q(n), p'(n)$ を図1に示す。この図を見ると、応募企業数  $n$ の値に関わらず  $p'(n) > p(n)$ であり、学生は常に応募企業数を増やすことにより得をする。しかしながら、全員が応募企業数を1つ増やすと入社率は結局もとの値に戻る。また、 $q(n)$ は単調減少であり、これは  $n$ が増えるほど第一志望の企業から内定を得る確率が減少することを意味する。

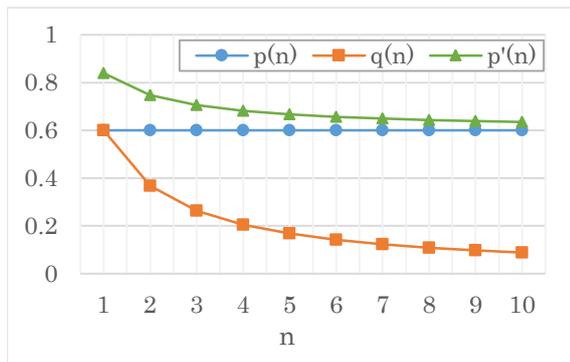


図1  $\frac{N_C \cdot N_E}{N_S} = 0.6$ のときの $p(n), q(n), p'(n)$

以上より、学生は常に応募企業数 $n$ を増やすことが得であるにもかかわらず、全員がその行動をとると逆に損してしまうという、囚人のジレンマ構造があることをこの仮定の下で確認できた。

## 5. シミュレーションによる表現

本章では就職活動における囚人のジレンマ構造を、全学生と全企業が同列である場合と学生と企業に序列がある場合の2通りについてシミュレーションにより示し、学生の応募数を制限する施策の効果について検討する。

### 5.1 シミュレーションの概要

本研究では、マルチエージェントシミュレーション(MAS)を用いている。MASとは各エージェントを自律的に行動させ、それらの相互作用による現象を観察するもので、本研究の場合は学生エージェントと企業エージェントに自律的なルールを与えている。実際の構成には構造計画研究所が開発したartisoを使用した。

図2にシミュレーションの構成を示す。シミュレーションを開始すると、学生と企業が応募→内定→入社の順序で就職活動を行う。就職活動が終了すると学生と企業は次の年の就職活動のために、情報を周囲から集める。そして再び次の年の就職活動が始まる。それを終了条件を満たすまで繰り返す。

シミュレーション上では同じ学生が何度も就職活動を繰り返しているように見えるが、これは後輩が先輩の代から情報を得て就職活動をしていると解釈できる。

### 5.2 全学生と全企業が同列である場合

本節では、全学生と全企業が同列である場合のシミュレーションの詳細と実験結果について記す。

#### (1) シミュレーションの詳細

状況の仮定としては、4.1節で説明したものとほぼ同じである。違う点は以下の2点である。

- ・ 学生の企業への応募には全学生に共通のコストがかかり、学生はそれを考慮して応募企業数を決定する。

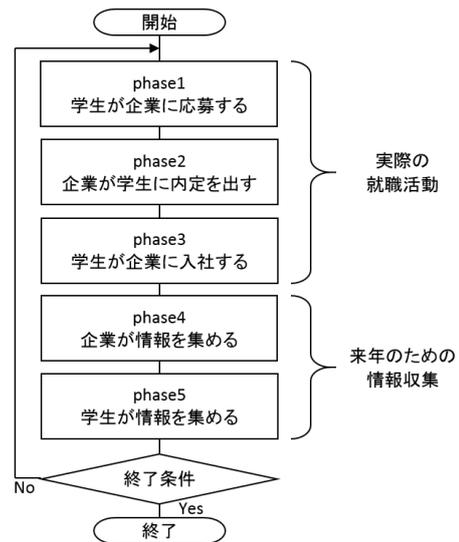


図2 シミュレーションの構成

- ・ 各学生はそれぞれ独自に応募企業数を決定する。
- ・ 応募制限がかかった場合、学生はその制限数より多い企業には応募できない。

以下、シミュレーションの各phaseについて説明する。

#### phase1：学生が企業に応募する

各学生に、企業の選好順序をランダムに与える。

各学生は、後に説明するphase5で任意の企業から内定を得る確率を推定している。各学生の利得を、内定を1つ以上得る確率から応募費用を引いた値と定義する。学生は利得を最大化するように応募制限の範囲で応募企業数を決定し、選好順序の高い企業から応募する。

なお1年目では情報が無いため、一様分布で1~3企業に応募するとしている。

#### phase2：企業が学生に内定を出す

各企業は、後に説明するphase4で内定を出した学生が自らに入社する確率を推定している。各企業はその値を用いて、入社する学生数の期待値が希望の人数に等しくなるように内定を出す人数の上限を決定する。

なお1年目では情報が無いため、内定を出した学生は必ず入社すると仮定している。

#### phase3：学生が企業に入社する

各学生はもし内定を得ていれば、その中で最も選好順序の高い企業を選んで入社する。

#### phase4：企業が周囲から情報を集める

各企業は初期設定で、「周囲の企業」を設定している。これは普段から付き合いのある、仲の良い企業と解釈できる。各企業は自分自身と周囲の企業に応募した学生数と入社した学生数をそれぞれ把握し、内定を出した学生が自らに入社する確率を推定する。それを来年のphase2で用いる。

#### phase5：学生が周囲から情報を集める

各学生は初期設定で、「周囲の学生」を設定している。

これは同じ大学の学生、あるいは仲の良い学生と解釈できる。各学生は自分自身と周囲の学生が応募した企業数と得た内定数をそれぞれ把握し、応募した企業から内定を得る確率を推定する。それを来年の phase1 で用いる。  
**終了条件**

全学生の応募企業数の総計の変化率が 1%を下回った時点で平衡に達したと判断し、シミュレーションを終了する。

## (2)シミュレーション結果

表 1 のようにパラメータを設定し、シミュレーションを行った。

まず、応募数制限なしでシミュレーションを行い、企業や学生の行動の時系列変化を図 3 と図 4 に示す。

図 3 より、1 年目には 2 だった学生の平均応募数が 2 年目から 3 年目に大きく増加し、最終的に 20 企業以上に応募していることが分かる。また、企業の上限内定者数もそれに呼応して増えていき、最終的には新入社員数の平均は希望である 20 に近い値となっている。図 4 はそれに対応する学生の入社率・第一志望入社率・平均利得の推移である。入社率は 1 年目以外は 0.6 でほぼ一定であるが、2 年目 3 年目と応募数が増えるにつれて第一志望内定率と平均利得が大きく減少していることが分かる。

これより、学生が競うように応募数を増やし、結果的に学生自身が損をしている囚人のジレンマ構造が伺える。

次に、応募企業数制限が 1~20 の場合についてもシミュレーションを行い、それぞれの場合の最終的な均衡における各学生の上社率・第一志望内定率・利得を調べた。シミュレーションは各応募制限数について 5 回ずつ行い、その平均値を図 5 に示す。

各学生の応募企業数はどの場合もほぼ応募制限数と等しく、各企業の上社人数はどの場合もほぼ 20 人に等しかった。図 5 から、入社率は応募制限にかかわらずほぼ一定である。しかし、応募制限が厳しくなるにつれ、第一志望入社率、平均利得共に大きく上昇していることが分かる。このことから、この状況の下では応募制限をすることが全ての学生にとって有益であることが分かった。

### 5.3 学生と企業に序列がある場合

本節では、学生と企業に序列がある場合のシミュレーションの詳細とその実行結果について記す。

#### (1) シミュレーションの詳細

状況の仮定として、3 章と 5.2(1)節で示したものに加え、以下のようなものを置く。

- ・ 学生はランク 1~5 の 5 種類がそれぞれ同数存在する。ランクの数字が小さい方が能力が高く、企業にとって優先度が高い。学生は自らのランクを把握している。
- ・ 企業はランク 1~5 の 5 種類がそれぞれ同数存在する。ランクの数字が小さい方が賃金が高く、学生にとって

表 1 パラメータ設定

学生数	1000
企業数	30
希望新入社員数	20
応募コスト	0.015
周囲学生数	30
周囲企業数	10

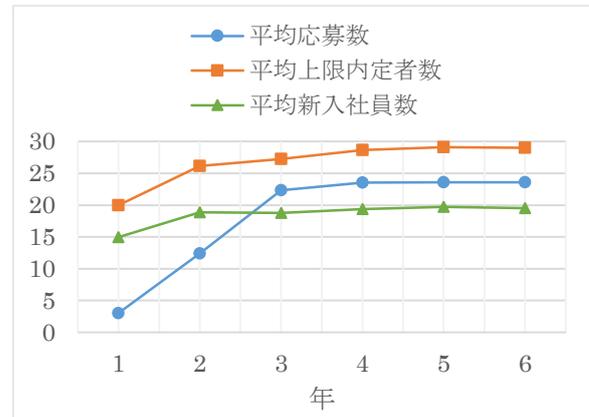


図 3 学生行動・企業行動の経年変化

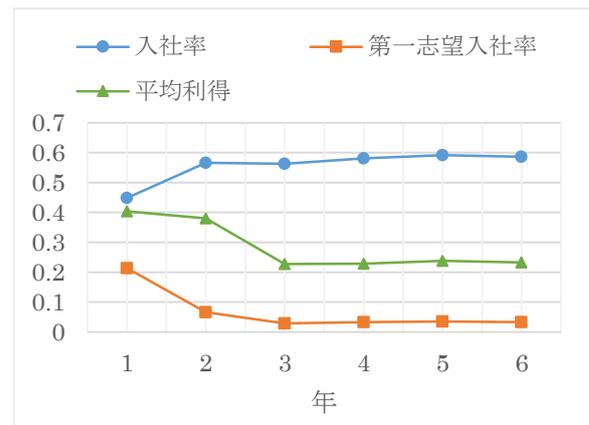


図 4 学生の上社率・第一志望内定率・平均利得の経年変化

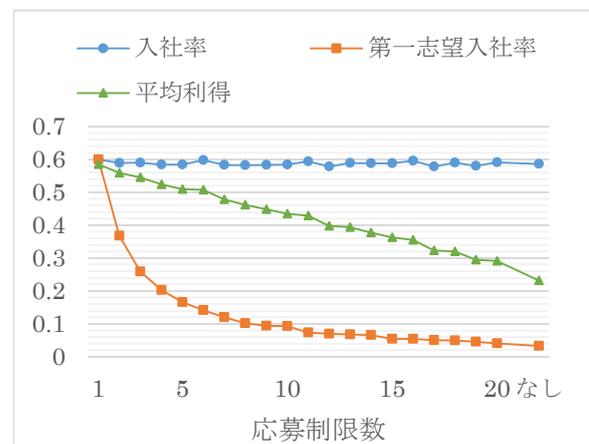


図 5 各応募制限数における最終的な入社率・第一志望入社率・平均利得

優先度が高い。企業も学生も任意の企業のランクを把握している。

- ・ 企業は応募してきた学生のランクを評価する際、一定の確率でミスを犯す。企業はランクが高いと評価した学生から優先的に内定を出す。
- ・ 学生の企業への応募コストは応募する企業のランクに関わらず一定である。

以下、シミュレーションの各phaseについて説明する。

#### phase1：学生が企業に応募する

各学生は、後に説明する phase5 において各ランクの企業へ応募した際に内定を得る確率を推定している。各学生の利得を、自らが各ランクの企業に入社できる確率にそのランクの企業の賃金を掛けた値から応募コストを引いた値と定義する。具体的には、各学生のランク*i*の企業への応募数を $n_i$ 、ランク*i*の企業から1つ以上内定を得る推定確率を $p_i(n_i)$ とし、ランク*i*の企業の賃金を $w_i$ 、応募コストを $c$ とすると、利得*U*は次式で表される。

$$U = p_1 w_1 + \sum_{i=2}^5 \left( \prod_{j=1}^{i-1} (1 - p_j(n_j)) \right) p_i(n_i) w_i - c \sum_{i=1}^5 n_i$$

学生は利得を最大化するよう応募数制限の範囲で応募企業を決定する。なお $w_i$ は以下のように設定される。

$$w_i = w_r^{5-i}$$

$w_r$ はランク間賃金比で、1以上の定数である。

なお、1年目では情報が無いため、全員が全てのランクの企業に1社ずつ応募することとしている。

#### phase2：企業が学生に内定を出す

まず、各企業は応募してきた学生のランクを評価するがこの際一定の確率で評価ミスをする。仮にこの確率を $q$ と設定したとき、学生のランクを*m*段階以上上(下に)評価する確率 $r(m)$ を次式で表す。

$$r(m) = \left(\frac{q}{2}\right)^m$$

なおランク数を1以下(5以上)と評価したときはランク1(ランク5)と評価する。例えば $q=0.5$ のとき、ランク3の学生は $(q/2)(1-q/2)=0.1875$ の確率で1ランク上(下)に、 $(q/2)^2=0.0625$ で2ランク(下)に評価される。

次いで、企業はランクが高いと評価した学生から順に内定を出す。企業は後に説明する phase4 で各ランクの学生に内定を出したときの入社確率を推定しており、入社する学生の人数が希望する値と等しくなるように内定を出す数を決定する。

なお1年目では情報が無いため、内定を出した学生は必ず入社すると仮定している。

#### phase3：学生が企業に入社する

各学生はもし内定を得たら、その中で最もランクの高い企業をランダムに1つ選んで入社する。

#### phase4：企業が周囲から情報を集める

各企業は、前節と同様に「周囲の企業」を持つ。これは全て自らと同ランクの企業である。各企業は周囲の企業から各ランクの学生について応募人数と入社人数の情報を集め、そのランクの学生に内定を出したときの入社確率を推定する。それを来年の phase2 で用いる。

#### phase5：学生が周囲から情報を集める

各学生は、前節と同様に「周囲の学生」を持つ。これは全て自らと同ランクの学生である。各学生は周囲の学生から各ランクの企業への応募数と内定数の情報を集め、そのランクの企業へ応募したときに内定を得る確率を推定する。それを来年の phase1 で用いる。

### (2)シミュレーション結果

パラメータを前節の表1と同様に設定した上で、ランク間賃金比を1.1、企業の評価ミス率を0.5と設定する。ただし学生と企業の数はいずれも各ランクについて表1の数と同様に生成する。

前節と同じように、様々な応募企業数制限の場合についてシミュレーションを実行した。各場合・各ランクの学生についての平均応募企業数・入社率・利得を、図6、図7、図8に示す。それぞれの値は、各場合のシミュレーションの21年目から100年目までの80年分の平均をとったものを用いている。ちなみに、企業の平均入社人数はどの場合・ランクについてもほぼ20人であった。

まず、応募企業数制限がない場合を見る。図6の平均応募企業数を見ると、ランク1・ランク2の学生にくらべランク3・ランク4の学生はかなり多く応募している。ランクの高い学生は内定を得る確率が高いため少ない応募企業数で済むが、ランクの低い学生はより多くの企業に応募しなければ内定を得られないためと思われる。一方、ランク5の学生の平均応募企業数はほぼ0である。これは企業から内定を得る確率が非常に低く、諦めている状況と解釈できる。図7、図8の入社率と平均利得を見ると、ランクが高い学生ほど得をしていることが分かる。

次いで、応募数を制限した場合を見ていく。図6の平均応募企業数に注目すると、応募制限数が厳しくなるにつれ、ランク5の学生の応募企業数が増加し、ついには制限数ギリギリまで応募していることが分かる。これは応募制限が厳しくなるにつれ、ランク5の学生にも希望が出てきたものと解釈できる。

図8の平均利得を見ると、応募制限を厳しくするにつれ、どのランクの学生の平均利得も僅かではあるが上昇している。これは前節の全学生全企業が同列である場合と同じ現象であり、学生が応募数を増やすことにより逆に損をする囚人のジレンマ構造であると解釈できる。

そして、応募制限数が5を下回ったあたりから、ランク4、ランク5の学生の利得が急激に上昇し、ランク2の学生の利得が低下していることが分かる。応募制限数を1にすると、ランク1の学生の利得も低下し、全体とし

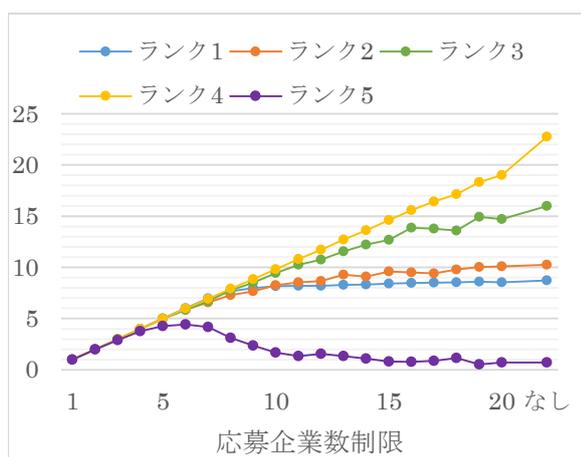


図6 各ランクの学生の平均応募企業数

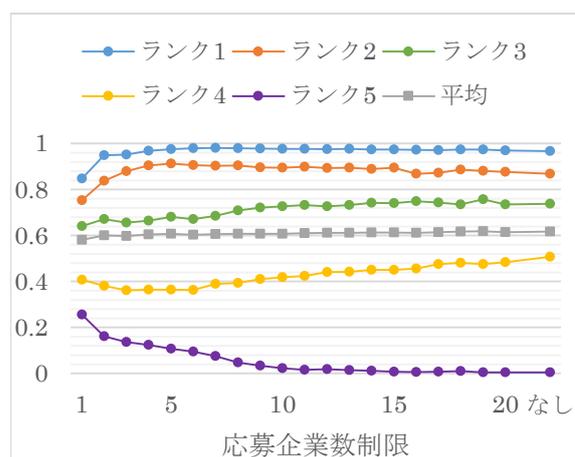


図7 各ランクの学生の入社率

てランク間の格差が縮小していることが分かる。この現象の解釈は難しいが、高いランクの学生が低いランクの学生と「一発勝負」をしなければならなくなり、自らの優位性を生かせなくなったのかもしれない。

最後に図7の入社率を見る。応募制限数が5より小さい領域では、利得とほぼ同じ挙動を示している。一方、応募制限数が5より大きい領域では、応募制限数が厳しくなるにつれてランク3、ランク4の学生の入社率が逆に低下している。利得が上昇しているのに入社率が低下しているのは奇妙に思われる。解釈としては、この領域においてランク3とランク4の学生は「頑張りすぎ」てしまい、企業に入社するためにそれに見合わないコストを支払っていると見える。この現象についてはさらなる考察が必要である。

## 6. おわりに

本研究で得られた結論を以下にまとめる。

- ・ 学生と企業が同列である場合においては、学生が応募企業数を増やさざるを得ない四人のジレンマ構造が存在し、応募企業数を制限することで全体の利得をかなり改善することができる。
- ・ 学生と企業に序列がある場合においても同様の四人のジレンマ構造が存在し、同列の場合ほど大きな効果はないものの、応募企業数制限の効果がある。また、応募企業数制限を非常に厳しくすると、学生間の格差が縮小する現象が起きる。

今後の課題としては、今回のモデルの現実の就職活動への適合度を検討することがある。たとえば、今回のモデルでは学生の応募・企業の内定ともに1年に1度同時に行われていたのに対し、現実の就職活動では長期にわたって段階的に企業の採用活動が続き、応募や内定も同時ではない。このことがどう影響するか、さらなる検討が必要である。

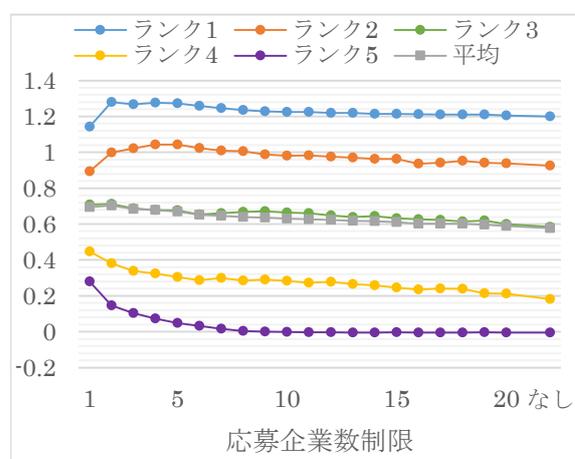


図8 各ランクの学生の平均利得

その他の課題として、たとえば学生の応募コストに差がある場合を考察することや、今回のシミュレーションで観察された応募企業数を制限するとランク間格差が縮小する現象や利得が上昇しても入社率は低下する現象が起こるメカニズムを解明することなどがある。

## 参考文献

- 1) 恩田敏夫：就活地獄の真相，ベスト新書，2010
- 2) 岡田有香：リクナビ「エントリーあおり」の実態とは？，東洋経済 ONLINE，<http://toyokeizai.net/articles/-/34995>，2014
- 3) 奥田隆史：マルチエージェントシミュレーションによる新卒採用市場における採用・就職活動戦略の検討，経営情報学会全国研究発表大会要旨集，2012s(0)，pp.173-176，2012
- 4) 森敏子，倉橋節也：エージェントベースシミュレーションによる新規学卒者採用市場における学生行動の分析，経営情報学会全国研究発表大会要旨集，2012s(0)，pp.120-123，2012