

エージェントベースモデルを用いた飲食業界における 最適な人材雇用戦略の提案

Proposal of human resources employment strategy of labor market in food service
based on agent-based model

徐晃生¹ 菅愛子¹ 高橋大志¹

Hwangsaeng Seo¹, Aiko Suge¹, and Hiroshi Takahashi¹

¹ 慶應義塾大学大学院経営管理研究科

¹ Graduate School of Business Administration, Keio University

Abstract: Japan is suffering from a serious labor shortage due to the economic expansion and demographic change in the non-regular employment of the labor market. In particular, non-regular employees account for 80% of employees in the food-service industry is a critical issue. The purpose of the present study is to analyze a mechanism of job matching focusing on non-regular employment through agent-based modeling.

1. はじめに

1.1. 背景と目的

昨今、日本で人手不足が叫ばれるなか、企業経営において労働力の確保は主要な関心事の一つに挙げられる。実際に人手不足が原因で倒産する企業は増加傾向にあり、東京商工リサーチによると 2018 年度の人手不足関連倒産は前年度比 28.6%増の 400 件で過去最多を記録した。最新の人手不足関連倒産状況 (2019 年上半期) の内訳は、代表者や幹部役員の死亡、病気入院、引退などによる「後継者難」型が 109 件 (前年同期 146 件)、人手確保が困難で事業継続に支障が生じた「求人難」型が 47 件 (同 19 件)、中核社員の独立、転職などで事業継続に支障が生じた「従業員退職」型が 20 件 (同 10 件)、賃金等の人件費アップから収益が悪化した「人件費高騰」型が 15 件 (同 10 件) であり、「求人難」型が 2.4 倍増と増加率が最大だった。このように、国内の人口動態の変化などを背景とした人手不足が企業に与える影響は深刻化しており、とりわけ飲食企業にとっては恒常化しつつある課題の一つとなっている。筆者の一人は飲食企業の経営に従事し、この危機を直に感じており、一刻も早い解決を求め本研究に取り組むこととした。

本研究では、飲食企業に焦点をあて、飲食企業と非正規労働者の労働市場におけるマッチングプロセス

の観点から分析を行う。これらの分析を通じ、飲食企業の労働市場全体の特徴を整理し、現状の問題点とその改善点を示すことを目的とする。飲食店に焦点を当てた分析はいくつか報告されているが[1]、本分析ではエージェントベースモデルを用いた分析を試みる。

1.2. 労働市場の現状

数多くの業種が存在する中で飲食企業が深刻な人手不足に陥る根本的な原因として、日本の人口動態 (少子高齢化、労働者の構造変化) と利益構造が挙げられる。

労働市場を概観する際に、生産年齢人口および年齢構成は主要な指標の一つに挙げられる。総務省が発表している「労働力調査 (詳細集計・長期時系列データ)」によると、日本独自の生産年齢人口の変化と労働人口の年齢構成が人手不足に大きく影響していること確認できる。生産年齢人口が 2000 年の約 8,600 万人から 2017 年までに約 1,000 万人以上も減っており、さらに労働人口の年齢構成では、飲食企業にとって最も必要な 44 歳以下の労働人口 (若者や中堅社員) は減少傾向となっている。一方で、55 歳以上の労働人口 (中でも 60 歳以上) は増加傾向にあるが、飲食企業での業務は肉体労働が多く、

高齢者は体力的に厳しい状況にある。

政府は労働者不足の対応策の一つとして、外国人労働者の受け入れを推進しており、外された。介護、飲食、建設、飲食料品製造等の人材不足が深刻な14業種で就労を認める「特定技能」と呼ばれる在留資格を導入し、5年間で最大約35万人の受け入れが見込まれている。

日本で働く外国人労働者の数は5年で倍増している。日本の労働力人口に占める割合も増えており、2018年には全産業で2%を超え、飲食産業では1割近くを外国人が占めている [4]。

非正規雇用に関する統計指標も報告されている。例えば、総務省が発表している平成29年就業構造基本調査によると、飲食産業の非正規雇用者比率は75%と最も高く、飲食企業が非正規雇用者に強く依存していることを確認できる。

さらに企業の反応として、帝国バンクは「人手不足に対する企業の動向調査」で、非正規雇用者が不足していると回答した企業は、全体が31.8%であるのに対し、飲食企業は78.6%と最も高いとの報告を行っている (表1-1)。飲食企業の主要な従業者である非正規雇用者を確保するためには、賃金を上げる (高い賃金で募集をかける) ことが最も有効な手段の一つに挙げられるが、利益率が低い飲食企業ではすでに利益構造に余裕がない状況にある。東洋経済「会社四季報 (2018年)」によると、飲食業界の労働者の平均年収は40歳時点で年収481万円と、63ある全業界の中で下から5番目である。このように給与水準が低いことは、人手不足の大きな要因のひとつである。給与水準が他の業界と比べて低い理由は、飲食店はあらかじめ客数を想定することが難しいことが挙げられる。さらに、複数のメニューをいつでも提供できるようにしておくため、客数に関わらず、ホールやキッチンにいる従業員は常に一定数確保する必要がある。このように人件費が多くかかりやすいにも関わらず、食材費やテナント料などかかる費用が多く、利益率が低い傾向にあるので、給与水準が低めの企業が多いといえる。

その結果、飲食産業の有効求人倍率は約3.6倍となっており、全業種の有効求人倍率が約1.5倍であることを考えると、他業種と比較して人手不足がより深刻な課題となっている [7]。

1.3. 研究方法

本研究では、飲食業界の労働市場内部のジョブマッチングプロセスを観察するために、エージェントベースモデルを構築する。S4 Simulation System (エスクワトロシミュレーションシステム) を利用し、

コンピュータ上に現状の飲食業界の労働市場を模した仮想空間を作り、非正規雇用者と飲食企業の求人・求職・応募・採用・離職などの行動をシミュレーションにより表現する。

労働市場モデル内には労働者エージェントと企業エージェントの2種類が存在し、労働者エージェントと企業エージェントはそれぞれレベルを持っている。労働者のレベルは企業にとっての魅力度 (企業から見た能力や個性など) であり、企業のレベルは労働者にとっての魅力度 (賃金) である。したがって、労働者エージェントのレベルは飲食店舗責任者によるアンケート結果を用いて設定し、企業エージェントのレベルは賃金別飲食店舗数の分布を用いて設定した。

2. 先行研究

2.1. 労働市場に関する研究

非正規雇用の労働市場に関する研究は、これまで多くの研究者によって行われており、特に労働市場における労働者の能力に関する情報の非対称性の存在により、非正規雇用での就労が安定定期的な職への移行可能性を高めるといふ、ステッピングストーン効果の検証が進められており、仮説を支持する実証結果が現れている。

Reilly と Bothfeld (2005)によると、パートタイム労働者は配偶者の所得や税制、家事・育児といった家計内生産を前提とした労働供給を行っており、フルタイム労働を好まない傾向にあることが明らかになった。

2.2. エージェントベースモデルに関する研究

エージェントベースモデルは、1990年代に登場した、コンピュータシミュレーションを用いて、エージェント同士の相互作用から現われる、複雑な社会現象を分析・予測する手法である。エージェントとは一定のルールに従い自律的に行動する仮想的な実行主体であり、例えば、個人や団体などをエージェントとして表現することが可能である。エージェントベースモデルには、統計的アプローチや数理モデルなどの従来の方法とは異なる特徴がある。その特徴を活用した事例として、エージェントベースモデルを労働市場の分析に利用した研究を紹介する。

Neugart(2004)は、情報の非対称性が高く、抽象度が高い労働市場モデルを構築し、求人枠と求職者を結びつけるジョブマッチングの動きについてエージェントベースモデルを使って説明している。Neugart はこのようなエージェントの相互作用(interaction)により市場に生み出される動きを内生的アプローチと表現しており、従来からある統計的アプローチや数理モデルを使った分析を外部性アプローチと表現した。エージェントベースモデルを使った内生的アプローチでは、係数を前もって外部から与える必要がなく、シミュレーションを行うことにより、外生的アプローチのパラメータと同じ値を得ることができる」と主張している。

3. モデル

本研究では、飲食企業の労働市場が直面する課題にエージェントベースモデルを通じ取り組む。図 3.1 は、コンピュータ内に構築した労働市場の実行画面の一部を示したものである。労働市場には実行主体として労働者エージェントと企業エージェントの2種類が存在する。モデル構築の際に、日本の飲食業界という特定の労働市場を表現するため、エージェントの内部状態とモデルの環境は収集した外部データによって構築するものとする。なお、本研究では、NTT データ数理システム S-quattro Simulation System を用い分析を行った。



図 3.1 分析実行画面

3.1. 労働者エージェント

飲食企業へ非正規雇用の形態で求職・就労する人を労働者エージェントと置く。フリーター、学生、主婦、外国人の4種類の労働者エージェントを設定される。エージェント数は3,600 (360日×10人)とし、労働者エージェントの1/360が1日ごとに労働

市場に投入され、求職活動を開始する。表1は、各労働者エージェントの割合とレベル、応募、離職率を示したものである。

各労働者エージェントの割合は、総務省「就業構造基本調査」と厚生労働省「外国人雇用状況」のデータを元に作成し、各労働者エージェントの離職率は、ディップ総合研究所「アルバイト・パートスタッフの離職事情」、株式会社ジェネックスソリューションズ「外国人離職率」のデータを元に作成した。

労働者は自身の能力を表す値として1～6のレベルを有する。各労働者(フリーター、学生、主婦、外国人)によってレベルの幅が異なるが、各レベルの人数は正規分布によって割り当てる。各労働者のレベルの幅は飲食店舗責任者30人を対象に実施したアンケートを元に設定した。

表 3-1 労働者エージェントの種類

	フリーター	学生	主婦	外国人
割合	3割 (30%)	4割 (37%)	2割 (24%)	1割 (9%)
レベル	2-6	3-5	2-5	1-3
応募	1/360	1/360	1/360	1/360
離職率	1ヶ月:5%	1ヶ月:13%	1ヶ月:3%	1ヶ月:10%
	2ヶ月:4%	2ヶ月:6%	2ヶ月:2%	2ヶ月:5%
	3ヶ月:4%	3ヶ月:5%	3ヶ月:2%	3ヶ月:5%
	4ヶ月:3%	4ヶ月:5%	4ヶ月:2%	4ヶ月:4%
	5ヶ月:2%	5ヶ月:5%	5ヶ月:2%	5ヶ月:3%
	6ヶ月:2%	6ヶ月:5%	6ヶ月:2%	6ヶ月:3%
	7ヶ月:3%	7ヶ月:5%	7ヶ月:2%	7ヶ月:2%
	8ヶ月:3%	8ヶ月:4%	8ヶ月:2%	8ヶ月:2%
	9ヶ月:3%	9ヶ月:4%	9ヶ月:2%	9ヶ月:1%
	10ヶ月:3%	10ヶ月:4%	10ヶ月:2%	10ヶ月:1%
	11ヶ月:3%	11ヶ月:4%	11ヶ月:2%	11ヶ月:1%
	12ヶ月:3%	12ヶ月:4%	12ヶ月:2%	12ヶ月:1%

労働者エージェントのレベルは企業にとっての魅力度であり、客観的な数値であるため労働者自身は正確に把握できない。したがって労働者は、自身のレベルよりも一つレベルを落としたレベルと同等か、あるいはそれ以上のレベルを持つ企業に魅力を感じて応募する。応募する企業は、条件にあった企業の中から1つを乱数選択により選び出される。

応募した企業に就労した労働者の中から、定められた割合で離職者を選定し、再び労働市場内で求職活動を開始する。

労働市場に投入された労働者と離職した労働者は、応募する企業を探し情報収集を行うため、1日が経過してから企業に応募するものとした。

3.2. 企業エージェント

非正規雇用者の求人を募集している飲食企業を企業エージェントと置く。企業エージェントの種類はレベルによってのみ分類され、すべての企業の採用枠数は1~4人分という設定にした。採用枠数の合計は、飲食業の有効求人倍率(3.6倍)をもとにした12,960とし、企業数は9,237とした。企業エージェントの各レベルごとの割合は、飲食店.COM「飲食店経営に関するレポート」を参考にし、表3-2は各企業エージェントの割合とレベルを示したものである。

表 3-2 企業のレベル別求人枠数

レベル	1	2	3	4	5	6	合計
割合	20%	30%	20%	15%	10%	5%	100%
求人枠数	2,592	3,888	2,592	1,944	1,296	648	12,960

企業エージェントは企業の魅力を示す値として労働者エージェントと同様1~6のレベルを持ち、各レベルの企業数は飲食企業が求人に募集する賃金ごとの募集数を想定し割り当てた。モデルの設定として、非正規雇用の労働市場において、企業は労働力を早急に確保することを望み、企業は労働者を簡単に除外することができるため、質の高い労働者を求めるよりも質の低すぎる労働者以外を採用する傾向にある。したがって、企業が採用したいと考える労働者のレベルは、その企業のレベルより一つレベルを落としたレベルと同等かそれ以上という設定にした。

採否判定をするまでの日数は、労働者が企業に応募してから、企業が学生に採否の結果を通知するまでの日数である。この値は、正規分布 $N(\mu=4, \sigma=1)$ による乱数値が設定され、応募のたびに値が変化するものとした。

各企業の求人枠数は、生活衛生関係営業経営実態調査の従業者規模別施設数の構成割合を参考にした。表3-3は、日本の飲食店に雇用されている従業者の内訳を示したものである[8]。

表 3-3 従業者規模別の飲食店舗数

従業者規模	割合
1人	7.1%
2人	20.8%
3人	11.5%
4人	9.6%
5-9人	30.3%
10-19人	11.5%
20人以上	7.1%
不詳	2.1%
合計	100%

本分析では、上記をもとに企業の求人枠数と求人枠ごとの企業数を設定した。従業者規模が大きい企業ほど求人枠数が多いと仮定し、従業者規模1~4人の企業の求人枠数は1、従業者規模5~9人の企業の求人枠数は2、従業者規模10~19人の企業の求人枠数は3、従業者規模20人以上の企業の求人枠数は4とし、それぞれの企業の割合を表3-4のように設定した。求人枠数1人分の企業は3,685社、求人枠数2人分の企業は2,273社、求人枠数3人分の企業は861社、求人枠数4人分の企業は537社の割合で存在し、全ての企業はそのどれかにランダムで振り分けられる。

表 3-4 従業者規模別企業数

規模	1-4人	5-9人	10-19人	20人以上	合計
割合	50.1%	30.9%	11.7%	7.3%	100%
求人枠	1	2	3	4	(平均1.76人)
求人枠数割合	28.4%	35.1%	19.9%	16.6%	100%
求人枠数	3,685	4,546	2,582	2,148	12,960
企業数	3,685	2,273	861	537	7,355

労働市場全体の最適化と企業の収益性を把握するために、企業エージェントごとに利益構造(売上とコスト)の概念を設ける。具体的には企業エージェントごとに客席数と客単価の内部データを設定する。各企業エージェントの売上を決定する情報は客席数と客単価であり、1日あたりの売上を以下の式で表す。

$$1 \text{ 日あたり売上} = \text{客席数} \times \text{満席率} \times \text{稼働回数} \times \text{客単価}$$

飲食企業の客席数は従業員規模が大きいほど多いと仮定し、客席数のよって必要人数と初期人数と初期充足率を決定する。満席率は顧客からの評価を表しており、0.5, 0.6, 0.7, 0.8 の中からランダムに振り分けられる。稼働回数は店舗の回転率の変動により変化し限界稼働回数に充足率を乗じた値である。客単価はランダムに振り分けられ、それが高い店舗ほど限界稼働数が低くなると仮定する。充足率は労働者数を必要人数で割った値である。これをまとめたものを表 3-5 と表 3-6 に示す。

表 3-5 従業員規模別客席数

規模	1-4人	5-9人	10-19人	20人以上
客席数	20席	50席	100席	150席
必要人数	2人	6人	12人	20人
初期人数	1人	4人	9人	16人
初期充足率	1/2	2/3	3/4	4/5

表 3-6 客単価対限界稼働回数

客単価	1000円	2000円	3000円	4000円	5000円
限界稼働回数	12	8	6	4.8	4

各企業エージェントのコストは、企業レベルによる賃金と労働者数の増減によって定められる。1日あたりのコストを以下の式で表す。

$$1 \text{ 日あたりコスト} = \text{客席数} \times \text{満席率} \times \text{稼働回数} \times \text{食材費} + \text{労働者数} \times \text{賃金} \times \text{時間 (6h)} + \text{求人コスト}$$

各企業の食材費は客単価に比例するものと仮定し、客単価の30%とする。時給は飲食店.COM「飲食店経営に関するレポート」の賃金割合構成を参考にし、表 3-7 の通りである。

表 3-7 レベル別時給

レベル	1	2	3	4	5	6
時給	980円	1080円	1180円	1280円	1380円	1480円

求人コストは、実際の求人広告の相場が一週間あた

り2万円であるため、1日に求人枠1枠につき求人コスト3000円がかかるものとする。エージェントベースモデルによって挙動の変化を分析するため、家賃や水道光熱費などの固定費はコストに含まないものとする。

4. 分析結果

本分析では、各シナリオごとにモデルを構築し、シミュレーションを行う。比較対象となるシナリオは4つである。シナリオ1は飲食業界の労働市場の現状を表したもので、求人倍率を3.6倍にした。シナリオ2は外部からの影響がないまま人手不足が解消した場合を表現しており、全労働者エージェントを増やし、有効求人倍率を1.1倍に設定した。シナリオ3は外国人労働者の増加により人手不足が緩和された状態を表しており、外国人労働者エージェントを増やし、有効求人倍率を2.4倍に設定した。シナリオ4は外国人労働者がさらに増加した状態であり、全体に占める外国人労働者の割合が相対的に大きい(72%)と、外国人労働者の魅力度は全体の相対的魅力度に類似するため、外国人労働者のレベルの幅を(1~4)に修正し、有効求人倍率を1.1倍に設定した。実行結果は以下の表4-1の通りである。

まず、現在の飲食業界の労働市場(シナリオ1)の状態を確認する。求人倍率を3.6倍に設定しているため、労働者エージェントの就労率はほぼ97.4%と高い。一方で求人充足率は27.2%と低く、企業の殆どが労働者を確保できていない結果となった。

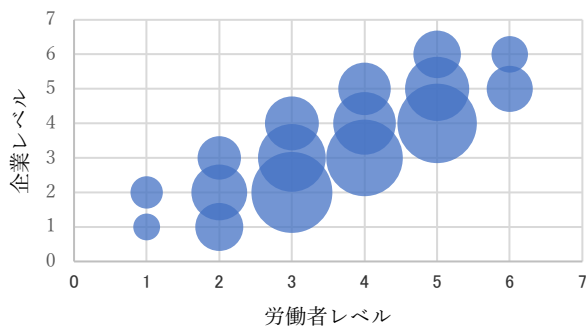
シナリオ1とシナリオ2を比較すると、求人倍率の調整により企業の求人充足率は上がったが、労働者の就労率は大きく下がる結果となった。求人倍率の調整を行なった同倍率のシナリオ2とシナリオ4を比較しても、就労率・求人充足率ともシナリオ4が優れている。これは飲食企業のレベル(賃金)別割合が低い方へ偏っているため、この労働市場ではレベルが低い企業への就労を望む労働者の割合が多い方が、全体最適化しやすいということを表している。したがって、労働者側と企業側の二つの視点から見ても、シナリオ4が最も全体最適化されたモデルといえる。

表 4-1 シナリオの実行結果

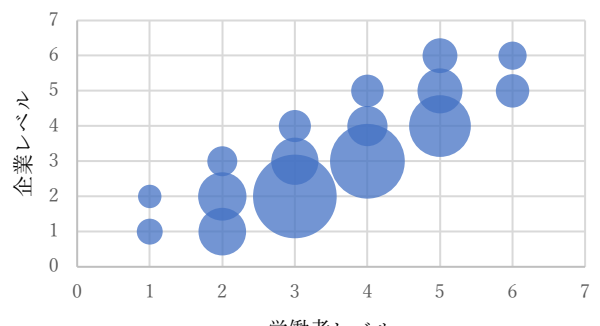
シナリオ	シナリオ 1	シナリオ 2	シナリオ 3	シナリオ 4
労働者数	3,600 人	11,780 人	5,460 人	11,780 人
企業数	7,355	7,355	7,355	7,355
求人枠数	12,960 人分	12,960 人分	12,960 人分	12,960 人分
求人倍率	3.6 倍	1.1 倍	2.4 倍	1.1 倍
外国人割合	9%	9%	40%	72%
結果				
就労数	3,505 人	10,026 人	5,251 人	11,125 人
就労率	97.40%	85.10%	96.20%	94.40%
求人充足率	27.20%	78.00%	40.80%	86.50%

次に、シナリオ毎の特徴を明らかにするために、労働者がどの企業に就労したかを労働者のレベル別、企業のレベル別に集計した。図 4.2 は、各労働者のレベル別企業への就労数を表したものである。縦軸、横軸はそれぞれ企業のレベルと労働者のレベルを 1～6 まで示し、円の大きさは就労数の割合を表している。

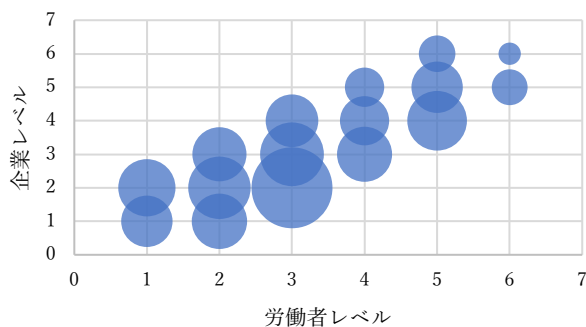
シナリオ 2 を見ると、特にレベル 3 以上の労働者が自身よりもレベルが低い企業に就労している割合が多い。逆に言えば、レベル 2～4 の企業は自身のレベルよりもレベルが高く。外国人労働者が増加する過程をシナリオ 1、3、4 の順に仮定すると、外国人労働者の割合が増えるほど、レベルが高い企業の方が就労数の割合が下がる傾向にある。



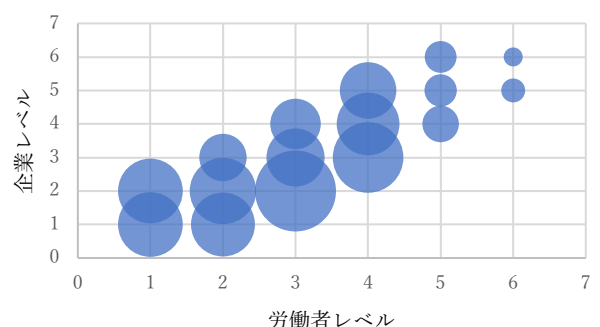
(a)シナリオ 1：現状 (求人倍率3.6)



(b)シナリオ 2：現状 (求人倍率1.1)



(c)シナリオ 3：外国人増加 (求人倍率2.4)



(d)シナリオ 4：外国人増加 (求人倍率1.1)

図 4.1 労働者と企業のレベル別マッチング状況

労働者側と企業側の具体的なシミュレーション結果を見ていく。まず、労働者の種類別就労状況の結果が図 4.3 と図 4.4 である。シナリオ 2 を見ると、現在の労働者種類別割合のまま求人倍率が落ち着くと、外国人以外の労働者の非就労比率が上がるのがわかる。現在の労働者種類別割合のまま求人倍率が落ち着くということは、日本の現在の人口動態から各労働者が全体的に増加するという事は考えにくいいため、人手不足倒産により企業が淘汰され、人手不足が解消される場合が予想される。つまり、今の人手不足の状態が続き、企業が淘汰されれば、飲食業界において日本人側の失業率の方が高くなるという結果になった。

一方、外国人労働者の割合が増加し、求人倍率が落ち着く場合は、外国人労働者の就労数が大きくなるだけで、外国人以外の労働者の就労数はほぼ変わらない。これは外国人労働者の投入により、企業の倒産を防ぐことで、日本人側の雇用も守られることが示唆される。

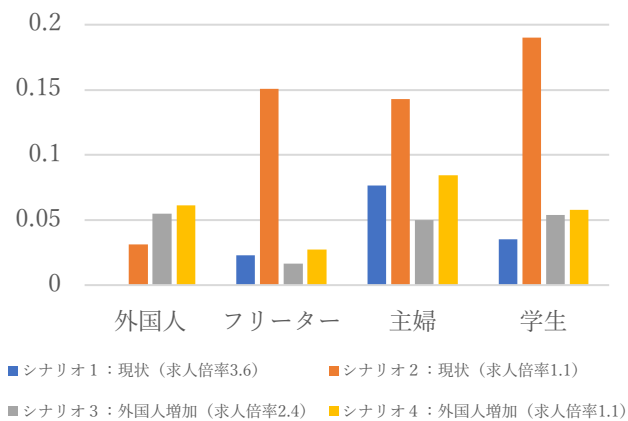


図 4.2 労働者種類別非就労率

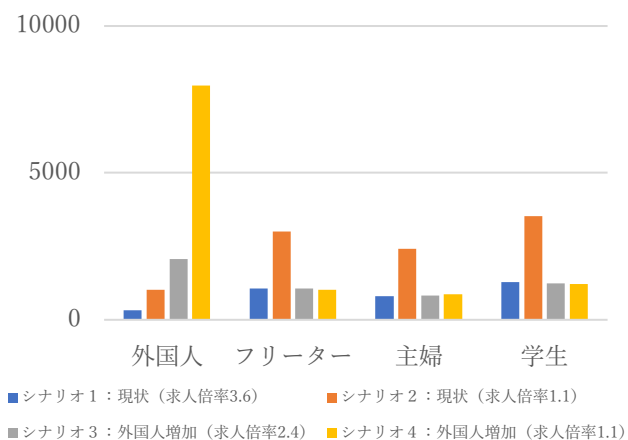


図 4.3 労働者種類別就労数

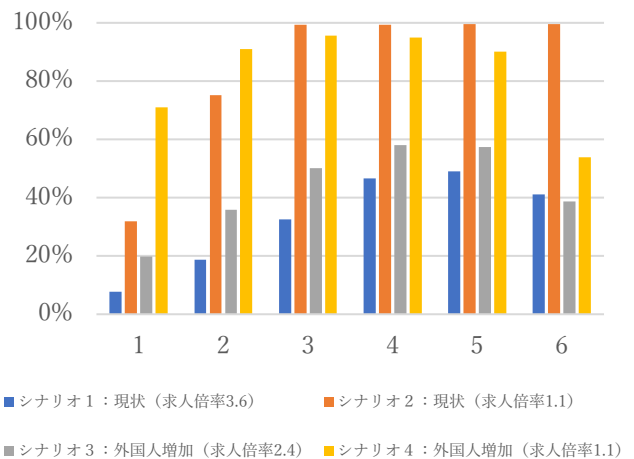


図 4.4 企業レベル別求人充足率

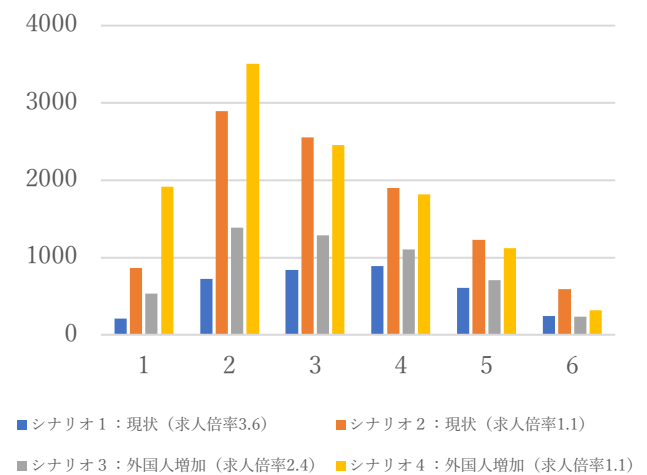


図 4.5 企業レベル別就労数

企業のレベル別就労状況から、将来の環境変化に対応した戦略提案を行う。

シナリオ 1 からシナリオ 2 へ変化する場合(労働者種類別割合不変):これが考えられるのは、人手不足に耐えられず、多くの飲食企業が淘汰され、求人倍率が落ち着いた時である。シナリオ 2 の企業レベル別求人充足率から、労働者確保のためには企業レベルを相対的に高く設定することが有効である。したがって、企業がとるべき戦略は他社よりも相対的に高い賃金を設定することである。

シナリオ 1 からシナリオ 4 へ変化する場合(外国人労働者割合増加):これには政府の協力も必要であり、飲食企業の労働者の多くの割合を占めることになる。シナリオ 4 の企業レベル別求人充足率から、労働者確保のためには企業レベルを高く設定することが必要はない。したがって企業がとるべき戦略は外国人

労働者が働く環境を整え、教育により企業内部で彼らのレベルを上げることである。

5. まとめ

飲食企業の労働市場は、非正規雇用者によって支えられているという点で他産業とは異なる特徴を有しており、現在最も問題を抱えている労働市場の一つである。本研究では、この課題を解決するために、飲食企業の労働市場のモデル化を行い、シナリオ分析を通じ、その特徴を示すことができた。今後の課題としては、他業種を含む全業種でのジョブマッチング、地理的要素を含むモデル化、利益構造（売上とコスト）の概念を設けたモデルの構築などがあげられる。

参考文献

- [1] 総務省：労働力調査 長期時系列データ, (2019),
<https://www.stat.go.jp/data/roudou/longtime/03roudou.html>
- [2] 総務省：平成 29 年就業構造基本調査, (2017),
<https://www.stat.go.jp/data/shugyou/2017/index.html>
- [3] 厚生労働省：外国人雇用状況, (2019),
https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage_03337.html
- [4] 森敬子・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分析, 経営情報学会誌, (2013)
- [5] 倉橋節也, 企業活動のモデル化とシミュレーション, 計測と制御 第 55 巻 第 1 号 2016 年 1 月号, 計測自動制御学会, (2016f)
- [6] 帝国データバンク：人手不足に対する企業の動向調査, (2019),
<https://www.tdb.co.jp/report/watching/press/p190506.html>
- [7] 厚生労働省：一般職業紹介状況, (2019),
<https://www.mhlw.go.jp/toukei/list/114-1.html>
- [8] 厚生労働省：生活衛生関係営業経営実態調査, (2014),
https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/kenkou/seikatsu-eisei/seikatsu-eisei22/index.html