

戦略的創造研究推進事業（社会技術研究開発）
問題解決型サービス科学研究開発プログラム
研究開発プロジェクト
「共創的デザインによる環境変動適応型サービスモデル
の構築 ～レストランサービスを例として～」

研究開発実施終了報告書

研究開発期間 平成 24 年 10 月～平成 27 年 9 月

研究代表者氏名 貝原俊也
所属 役職 神戸大学，教授

目次

1. 研究開発プロジェクト	2
2. 研究開発実施の要約	2
2-1. 研究開発目標	2
2-2. 実施項目・内容	2
2-3. 主な結果・成果	4
2-4. 研究開発実施体制	6
3. 研究開発実施の具体的内容	7
3-1. 研究開発目標	7
3-2. 実施項目	8
3-3. 研究開発結果・成果	11
3-3-1. 平成24年度の研究開発結果と成果	11
3-3-2. 平成25年度の研究開発結果と成果	18
3-3-3. 平成26年度の研究開発結果と成果	48
3-3-4. 平成27年度の研究開発結果と成果	70
3-3-5. プロジェクト全体を通じて得られた研究開発結果と成果	78
3-4. 今後の成果の活用・展開に向けた状況	86
3-5. プロジェクトを終了して	86
4. 研究開発実施体制	86
4-1. 体制	86
4-2. 研究開発実施者	87
4-3. 研究開発の協力者・関与者	88
5. 成果の発信やアウトリーチ活動など	89
5-1. 社会に向けた情報発信状況、アウトリーチ活動など	89
5-2. 論文発表	90
5-3. 口頭発表	91
5-4. 新聞報道・投稿、受賞等	93
5-5. 特許出願	94

1. 研究開発プロジェクト

- (1) 研究開発プログラム：問題解決型サービス科学研究開発プログラム
- (2) プログラム総括：土居 範久
- (3) 研究代表者：貝原 俊也
- (4) 研究開発プロジェクト名：「共創的デザインによる環境変動適応型サービスモデルの構築
～レストランサービスを例として～」
- (5) 研究開発期間：平成 24 年 10 月～平成 27 年 9 月

2. 研究開発実施の要約

2-1. 研究開発目標

モノを介したサービスの需要変動は、使用価値に関わる天候や季節など外部環境とともに、サービス提供の速さや丁寧さなど提供側の要因にも強く影響を受ける。そして、効率的なサービスの提供は、顧客満足度(CS)を向上させるための重要なポイントであり、その実現に向けたサービスモデルの設計方法を検討開発することが必要となる。本プロジェクトでは、このような状況を踏まえ、モノを介したサービスの代表的な事例として、レストランサービスに着目する。

環境変動に適応可能なレストランサービス構築における達成目標の第1番目としては、顧客満足度の向上が挙げられる。厨房とフロアの非効率の解消により、注文から提供までの待ち時間を短縮することが可能になると考えられるため、待ち時間を客観的評価指標として評価する。さらに、厨房作業の効率化の帰結として、バックヤード従業員を顧客接点に投入することで、顧客に対する新たな価値創造の実現を目指していく。すなわち、フロント（接客）バック（調理）の乖離を小さくして協働しながらサービス生産を行うことで顧客満足度の向上を目指す。なおこれらの効果については、アンケートや行動観察手法を適用し検証を進める。

次に2点目としては、従業員満足度(ES)の向上が挙げられる。厨房スタッフの多能工化により従業員のモチベーションと技術の向上が期待出来る。従業員満足はヒアリングだけでなく、やはり行動観察を実施することにより計測する。3点目は、非効率の解消による企業利益（経営者満足度：MS）の向上である。労働生産性の向上によりコスト縮小が見込める。以上の様に、顧客満足度(CS)・従業員満足度(ES)・企業利益(MS)の向上を目指して研究を進めていく。またサービス業化が求められている製造業への展開も重要な課題であり、同時並行的に検討を進めていく。

最後に、ここでの取り組みを、A 研究（問題解決型研究）として研究開発を進めながらも、モノを介したサービスを対象とする生産性革新の統合的モデルとしての一般化と具現化を目指すとともに、サービス科学における位置づけと貢献について明確化を図っていく。

2-2. 実施項目・内容

各年度の実施項目と内容について、以下に示す。

H24 年度

- ・ 実際の店舗において、シミュレーション実施のためのデータベースを構築するとともに、POS データと厨房レイアウト策定用シミュレーションとを接続する情報インタフェースシステムを開発し、統合化を行った。
- ・ 実店舗にセル生産を導入するための下準備として、シフト稼働計画の変更、および回顧的イ

ンタビューによる従業員の心理構造の可視化を行い、従業員満足度把握のためのアンケートを作成した。

- ・ 生物指向アプローチによる厨房レイアウトについて、まずは厨房設備と作業者の配置を決定する手法の基礎的モデルを構築しレイアウト最適化手法を新たに提案した。
- ・ 社会指向アプローチによる人員レイアウトについて、従業員満足度・顧客満足度・経営者満足度のそれぞれを考慮したホールスタッフのシフト計画作成手法を新たに提案した。
- ・ ここで提案する共創的デザインのコンセプトに基づいた環境変動適応型サービスモデルの汎化・製造業への横展開を目的に、精密工学会総合生産システム専門委員会の中に製造業を中心とする複数の企業メンバーを含んだサービス生産システム小委員会の立ち上げを実施した。

H25 年度

- ・ 昨年度に実施した実験データの整備を拡張し、複数店舗でのシミュレーション実施結果をもとに投入データの構造見直しを行い、データベースの改造を実施した。
- ・ 他の既存店における店舗レイアウト改装を対象として、パイロット店での知見と経験を踏まえ、シミュレーション結果を用いて既存店へのセル生産型の店舗レイアウト変更を実施した。同時にオペレーション変更に伴う生産性改善への意識について、昨年度に行動観察手法に基づいて作成したアンケートによるES変化を調査した。
- ・ 生物指向アプローチによる厨房レイアウトデザインについて、パイロット店舗を対象に、厨房レイアウト設計用シミュレータを作成し、新店におけるセル生産型厨房の展開を目指した厨房レイアウト設計手法を検討し、実店舗での新レイアウト導入を実施した。
- ・ 社会指向アプローチによる人員レイアウトについて、昨年度に検討を行った基礎モデルを用いて、人員レイアウトがESとMSに与えるトレードオフの関係性を定量的に示した後に、基礎モデルを拡張して従業員の能力を考慮した詳細モデルの構築を行った。そして、実店舗における勤務シフトデータを用いた人員レイアウトの作成を行った。
- ・ 精密工学会総合生産システム専門委員会のサービス生産システム小委員会において、そこに参加する多くの製造業に対し随時ヒアリングや技術交換を行い、コンセプトメイキングを実施し、その成果を第二回サービス生産システムシンポジウムにて報告した。

H26 年度

- ・ 本年度は、厨房レイアウト改善を可能にするため、POSデータ、勤怠管理システムの出退勤データなどを活用したシミュレータを開発した。ついで、2店舗の実データを用いて現状レイアウト、厨房レイアウト改善案のシミュレーション結果を元に実店舗の厨房レイアウトを変更し、設備稼働率向上を試みた。また、シミュレータを用いた厨房レイアウト改善により、人時売上高の改善（MS）料理提供時間の改善（CS）の両立を試みた。
- ・ 従業員満足度(ES)や顧客満足度(CS)について、アンケートや行動観察手法を適用したさらなる調査を実施し、解析を行った。
- ・ 生物指向アプローチによる厨房レイアウトデザインについて、厨房レイアウトシミュレータと最適化手法である遺伝的アルゴリズムを統合した手法の検討を実施した。本年度はその第一歩として、厨房設備の大きさ、向きを考慮したレイアウト計画手法を提案するとともに、シミュレータを用いた評価をあわせて行い、その違いを検討した。
- ・ 社会指向アプローチによる人員レイアウトについて、パイロット店舗からデータを取得し、昨年度まで検討してきた組合せオークションを用いた人員レイアウト計画手法を実規模問題へと適用した。各従業員の勤務希望を用いて組合せオークションを実施したところ、解探索の初期段階では実行可能解が導出できない場合が多いため、ペナルティ法的一种であるbig-M法を用いて制約違反を最小化しながら探索を進めるように提案手法を拡張した。
- ・ サービス科学で開発されたシステムをマネジメントサイクルに組み込み、経営者、部門管理者、サービス提供現場の各階層においてサービスを持続的改善するためのサービス価値創成

システムの概念をさらに深堀りした。

- ・ ここで提案する共創的デザインのコンセプトに基づいた環境変動適応型サービスモデルの汎化・製造業への横展開を目的に、精密工学会総合生産システム専門委員会の中に製造業を中心とする複数の企業メンバーを含んだサービス生産システム小委員会の活動を実施するとともに、サービス学会に製造業のサービス化に関するSIGを立ち上げ、その中でいくつかの製造業へディープインタビューをかけ、製造業のサービス化の指標やレベルについて検討を行った。

H27 年度

- ・ 厨房・人員レイアウト結果の現場適用と顧客の満足度分析について、サービス提供過程における実態と、定量的評価指標、そして各従業員の主観的評価をあわせることで、厨房レイアウト・人員レイアウト変更の一般的な効果について検証を行うとともに、労働集約型サービス産業である外食産業において、効率的なサービス提供を実現することで、顧客にとってのより付加価値の高いサービスの実現を試みた。
- ・ 従業員へのヒアリングによるES向上の実践について、現場の効率化によって生じる余剰労働力を付加価値創出に投入することにより、価値の拡大再生産を実現する可能性、および課題の検証を試みた。
- ・ 生物指向アプローチによる厨房レイアウトデザインについて、最適化手法とシミュレーションの結合を実施し、シミュレーション結果を遺伝的アルゴリズムの各遺伝子の評価値として直接的に用いる方法を検討した。その際、これまでの検討結果からも分かっているように、最適化とシミュレーションを単純に結合するだけでは計算時間が膨大なものとなるため現実的ではない。そこで、計算時間の短縮と解精度向上を同時に実現する手法の検討を行った。
- ・ 社会指向アプローチによる人員レイアウトについて、これらの成果を他店舗に対して展開すると共に、従業員満足、経営者満足についても1次元の単純な指標ではなく、それぞれの目的関数を多目的化することで、より実現場の状況を反映した設定において提案手法の有効性を検討した。また、最終年度として、前述した厨房レイアウト計画・運用手法との統合化を進めるとともに、それらを繰り返すことで、両計画問題の共創的解決手法を提案した。
- ・ 現状分析とデータ作成、サービス価値創成システムの開発について、科学的・工学的視点により、シミュレーションによる設備レイアウト設計、ビッグデータを元にした需要予測のモデル化などのアプローチで経営の各階層に対する意思決定支援、業務支援を実現し、実社会における有用性を確認した。
- ・ サービスシステムのスパイラルアップおよび環境変動適応型サービスモデルの追求について、引き続きサービス学会の「製造業のサービス化」に関するSIGに参画し、本研究プロジェクトの横展開への取り組みを行うとともに、本プロジェクトにおける取り組み内容を他業種やインフラ系製造業へも横展開し、汎用的な環境変動適応型サービスモデルの追求を行った。

2-3. 主な結果・成果

各年度の主な結果や成果、さらに最終的な本プロジェクトのまとめについて、以下に示す。

H24 年度

- ・ シミュレーションに必要な作業データ、設備データの整備を行い、シミュレーションの要求仕様に合わせてデータベースを構築した。この結果、POSと連動した形態でレイアウトシミュレーションを実施することが可能となった。
- ・ 回顧的インタビューの結果をもとにワークショップを実施し、最終的に6項目の属性確認、および16項目の質問からなる従業員アンケート(バージョン1)を完成させた。
- ・ 今回、新たに提案した生物指向アプローチによる厨房レイアウト最適化手法を実際のセントラルキッチンに適用した結果、従業員の動線長を約12%短縮し、製造のメイクスパンを約2.2%

短縮できるレイアウトの作成が確認でき、提案法の有効性が検証された。

- ・ 今回、新たに提案した社会指向アプローチによる人員レイアウトをホールシフト作成に適用した結果、経営者満足度を約80%、従業員満足度を60%それぞれ向上させることが可能な人員シフト計画の作成が確認でき、提案法の有効性が検証された。

H25 年度

- ・ 実験データの整備を拡張し、データベースの改造、およびファイルデータ形式の見直しによって、ユーザビリティの向上によりシミュレーションと図面設計を何度も繰り返しての厨房レイアウトデザインの検証が可能となった。
- ・ オペレーション変更に伴う生産性改善への意識について、行動観察手法に基づいて作成したアンケートによるES変化を調査した結果、多能工化が必須となるセル生産型の新店舗レイアウトに対する従業員のモチベーションの高さについて、定量的に確認することができた。
- ・ 生物指向アプローチによる厨房レイアウトデザインについて、実店舗での新レイアウト導入を実施し、従業員一人当たりの売り上げ単価が30%以上増加していることが確認され、CS・ES・MSの向上を目指したセル生産型店舗レイアウトを導入する際のシミュレータ利用の有効性について検証を行うことができた。
- ・ 社会指向アプローチによる人員レイアウトについて、実店舗における勤務シフトデータを用いた人員レイアウトの作成を行い、その有効性について確認した。
- ・ ここで提案する共創的デザインのコンセプトに基づいた環境変動適応型サービスモデルの汎化・製造業への横展開を目指し、製造業のサービス化までも視野に入れ第二回サービス生産システムシンポジウムを実施し、本プロジェクトの考え方を参加者へ普及することができた。
- ・ 今年の成果を、多数の国内・国際学術大会にて発表を行い、議論を進めることができた。

H26 年度

- ・ 料理に関する顧客満足度は向上したと推定できるが、接客の作業性改善や従業員のホスピタリティー向上などの対策を併せて講じる必要があることがわかった。また、厨房レイアウト改善の効果がストレートに人時売上高に反映されていることが判明した。
- ・ 顧客の需要や投入労働量を現場で計測、本社でデータベース化してシミュレーションを実施した。さらに、厨房レイアウト改善投資を実行してその効果性を検証した。
- ・ 様々なシナリオにおける計算機実験の結果、ピークタイム時のシミュレーション精度を向上させることが、正確なレイアウト設計を実現するための課題であることが明らかとなった。
- ・ 厨房における新しい生産システムが従業員に要求するスペックに合わせて賃金単価を変更し、社員のみならずパート社員に対しても業績連動型賃金人事制度を導入した結果、従業員満足、人時売上高共に改善し（既述）、サービス環境改善ループの有用性を確認することができた。
- ・ 厨房レイアウトの改善、従業員満足度の改善結果をもとに、サービス提供現場における3S（CS,MS,ES）向上について解析を行った。この結果、CS,MS,ESは別個に存在するのではなく、相互に関係しあっているため、従業員の作業性向上は人時売上高向上につながるだけでなく、作業性改善に伴う料理提供速度の改善がCS向上にも貢献するということが分かった。
- ・ 生物指向アプローチによる厨房レイアウトデザインについて、GAによるレイアウト計画は、短時間で個体数・遺伝操作世代数を大きくして実験することができ、個体の進化が十分に進み、設備・従業員が集まって配置されるレイアウトが作成された。
- ・ 社会指向アプローチによる人員レイアウトについて、実店舗における勤務シフトデータを用いた人員レイアウトの作成を行い、その有効性について確認した。今年の成果を、いくつかの国内・国際学術大会にて精力的に発表を行い、議論を進めることができた。

H27 年度

- ・ 厨房・人員レイアウト結果の現場適用と顧客の満足度分析について、サービス提供過程における実態と、定量的評価指標、そして各従業員の主観的評価をあわせることで、厨房レイア

ウト・人員レイアウト変更の一般的な効果について検証を行い、やはり、従業員の作業性向上は、顧客満足度向上にも貢献するということがある程度確認することができた。

- ・ 生物指向アプローチによる厨房レイアウトデザインについて、最適化手法とシミュレーションの結合を実施し、計算時間の短縮と解精度向上を同時に実現する手法の基本仕様を明らかにすることができた。
- ・ 社会指向アプローチによる人員レイアウトについて、従業員満足、経営者満足についても1次元の単純な指標ではなく、それぞれの目的関数を多目的化することで、より実現場の状況を反映した設定において提案手法の有効性を検討した。また、前述した厨房レイアウト計画・運用手法との統合化を進め、それらを繰り返すことで、両計画問題の共創的解決を試みた。
- ・ 現状分析とデータ作成、サービス価値創成システムの開発について、ここで提案する科学的・工学的視点の導入により、経営の各階層に対する意思決定支援、業務支援を実現し、実社会における有用性を確認した。
- ・ サービスシステムのスパイラルアップおよび環境変動適応型サービスモデルの追求について、引き続きサービス学会の「製造業のサービス化」に関するSIGにおいて、提案手法の汎用的な環境変動適応型サービスモデルへの昇華を検討し、ある程度の知見を得た。

全体を通じ得られた主要な結果や成果

本プロジェクトでは、上述のとおり、各年度においてA研究（問題解決型研究）として外食産業という具体的な対象に対する課題解決を行う一方、ここで構築したサービスモデルの設計方法について、その汎化やサービス科学研究における位置付けと貢献を意識しながら研究開発を進め、以下のような成果を得ることができた。

- ・ 本プロジェクトが対象とする外食産業のサービス産業全体における位置付けとして、サービス受容主体が人であり、またサービス提供行為が有形的であることを明確にすることで、本プロジェクトで提案したサービスモデルが、同じカテゴリに属するホテルや旅館、小売業、運輸サービスなどにも展開可能であることが示唆できた。
- ・ 本プロジェクトで取り組むサービスモデルの設計方法について、モノを介したサービスを対象とする生産性革新の統合的モデルとしての一般化と具現化を行った。ここで新たに構築したサービス価値創成システムの意義や有用性を示すとともに、サービスの最適設計ループにおけるサービスマネジメント視点と技術的アプローチ視点における本プロジェクトの位置付けを明確に示した。
- ・ ここでの取り組みに対し、サービス科学全体に対する貢献について検討を進め、サービス科学研究領域における本プロジェクトの位置付けを明確化した。その際、サービス学会国内大会におけるES, CS, MSへの取り組み事例をサーベイし、本プロジェクトのように3種類を同時に取り扱う研究の希少性や有用性について明らかにすることができた。
- ・ 本プロジェクトでは、一般の招待講演を10件、国内外の技術雑誌において論文発表を14件、また国内外の学会において口頭発表を25件、招待講演を9件、解説記事を5件、マスコミ発表を11件、学会等で2件の受賞を受け、数多くのアウトリーチ活動を行うことができた。

2-4. 研究開発実施体制

研究総括グループ

（貝原俊也，神戸大学 大学院システム情報学研究科，教授）

研究の総括や成果発表の企画・実施を行う。また、環境変動適応型サービスモデル実現に向けた汎用化の追求を実践する。

サービス計画・運用論グループ

(藤井信忠, 神戸大学 大学院システム情報学研究科, 准教授)
生物指向アプローチによる厨房レイアウト構成手法や社会指向アプローチによる人員レイアウト構成手法の構築を行う。

サービス提供・消費論グループ

(新村猛, がんこフードサービス株式会社, 副社長)
実現場における CS, ES, MS に関する調査, および実ビジネスにおけるサービス価値創成ループの提案を行う。

3. 研究開発実施の具体的内容

3-1. 研究開発目標

モノを介したサービスの需要変動は, 使用価値に関わる天候や季節など外部環境とともに, サービス提供の速さや丁寧さなど提供側の要因にも強く影響を受ける。そして, 効率的なサービスの提供は, 顧客満足度を向上させるための重要なポイントであり, その実現に向けたサービスモデルの設計方法を検討開発することが必要となる。

本プロジェクトでは, このような状況を踏まえ, モノを介したサービスの代表的な事例として, レストランサービスに着目する。レストランサービスにおいて, 主たるコアサービスは食事の提供であり, 物理的な財を介してサービスが提供される。しかし, 物理財とはいえ品質の時間的減少を有するため, 長く在庫できないなどサービス財の特徴も有している。現状のレストランサービスにおける問題は市場環境の変動が激しいことであり, 来店顧客数や注文内容は, 季節変動や天候, 他店舗の新規開店などの影響を受ける。例えば豆腐料理を例としても, 夏は冷や奴などが数多く出食するが, 冬的主力メニューは鍋物などに利用される豆腐やがんもどきなどとなる。また, 比較的動向が捉えやすい季節変動だけでなくより短期の変動である天候の影響も受け, 季節の変わり目などは天気の影響によって日毎の注文構成が大きく変わることもある。さらには, 周辺施設でのイベント開催や他店舗の開店などの影響によって顧客層が大きく変化する場合もある。以上はレストランの外部環境の変動であるが, レストランの内部環境にも変動を有している。レストランにおけるサービスの提供方法は労働集約的であり, フロア従業員が顧客から注文を受け, 厨房において職人が食事を生産し, フロア従業員が食事を提供するというように従業員の手を介して全てのサービスが提供されている。特にフロア従業員はアルバイト・パート雇用の場合も多く, サービス提供技量に差があったり教育途上である職人なども含まれており, レストラン内部の変動も無視できない。

以上の様なレストランを取り巻く内部・外部の変動要素に起因する課題解決として, 従来よりさまざまな取組みが検討され, 調理場所などのバックヤードの効率化として需要変動に応じたシフトの改善やスキルに応じた作業組み換えなどの取組みや, 顧客接点の視点からの需要予測モデルの確立などの活動がなされてきた。しかしこれらの諸活動では限界があり, さらなる根本的な取組みとして, サービス現場の革新に基づいた従業員満足向上や新たな価値提供による顧客満足向上の必要性が求められている。そしてその最も根本的課題の一つとして, サービス提供における非効率性への対応が挙げられる。

まず, その1番目は厨房レイアウトの非効率性である。これまでの厨房の構成は刺身・揚場・焼場・洗場, などのように機能単位でレイアウトが構成され, 各職人は担当する持ち場を有しており基本的に持ち場を移動しない。機会損失を最小化するためにほぼ最大需要量を想定して厨房は設計されているため, 変動があり需要が少なくなった場合などは, 職人の稼働率が低下すると

いう不具合がある。本プロジェクトでは、本来職人は全ての機能を担当できるいわゆる多能工である点に着目し、機能単位で並べたライン型のシステム構成を取るのではなく、セル型システムにおける「屋台システム」のように完結した複数のセルが存在するようにライン構成を変更する。そうすることにより、来店顧客数や注文の変動に対して、中長期的な視点から柔軟にシステム構成を変更して厨房パフォーマンスを調整することができる。そこで本研究では生物指向アプローチによる厨房レイアウトの構成手法を提案しこの課題解決を目指す。

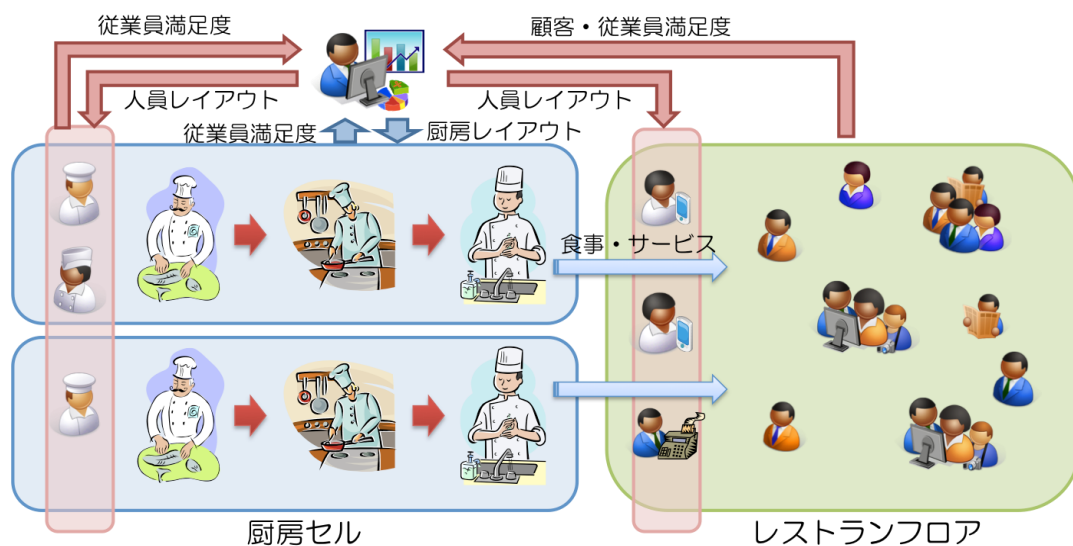
2番目は時間的な人員レイアウトの非効率性である。日毎の短期的視点からそのパフォーマンスを最大化するためには人員レイアウトの改善を行う必要がある。そもそも閑散期にも繁忙期と同数の人員を確保しておく必要はなく、厨房レイアウトを機能的に変更するだけでなく、人員レイアウトも柔軟に変更する必要がある。また、厨房だけでなくレストランフロアにおけるフロア従業員も同様に、来客数の変動にあわせて動的に変更する必要がある。製造業の生産現場においては機械やロボットの稼働・停止を調整することで比較的容易に生産能力の調整は可能であるが、人を介したサービス現場では、従業員の能力の違いや従業員同士の相性、OJTでしか学べないことなども多いために入店間もない従業員の教育の面からはベテラン従業員との組合せが必要など、考慮しなければならない点が多い。そこで本プロジェクトでは、社会指向アプローチによる人員シフト作成手法を提案し、この課題解決を目指す。

次に、レストランサービスにおける顧客視点からの取組みとしては、バックヤード従業員を顧客接点に投入することで、調理業務と接客業務との協働による新たなサービス提供の実現などが重要な課題である。さらに、繁忙期と閑散期が目まぐるしく変化する外的環境下では、厨房内での集中調理と、顧客視点からの個別調理のバランスを上手くとることで、顧客接点での価値向上と集中製造による効率向上を同時に実現することができる。

上述のとおり、厨房レイアウト（機能・空間的レイアウト）と人員レイアウト（時間的レイアウト）を解決でき、また調理（生産）と接客（販売）の協働を図り、需要に即応できる超短リードタイム生産システムを構築することができれば、有形財を提供する他のサービス産業への適用も可能と考えられる。さらに、サービス業化が求められている製造業への展開も重要な課題と考えている。

3-2. 実施項目

本プロジェクトでは、モノを介したサービス全体の新たな価値創造プロセス高度化を視野に、問題解決型研究の対象としてまずはレストランサービスに着目する。レストランは、食事を作る厨房と顧客へと提供を行うレストランフロアから構成されるものとし、本研究では、サービス現場の革新に基づいた従業員満足向上や新たな価値提供による顧客満足向上を対象として研究を推進する。この取組みの全体概要を以下の図に示す。



レストランサービスを対象とした研究開発プロジェクト概要図

同時に、その汎化として、有形財の生産を伴う他のサービス業や、サービス業化が求められている製造業も視野に入れ、共創的デザインを基本コンセプトとする新たな価値創造を目指したサービスモデルの追求を試みる。ここでの実施項目の概要をまとめると、以下のとおりである。

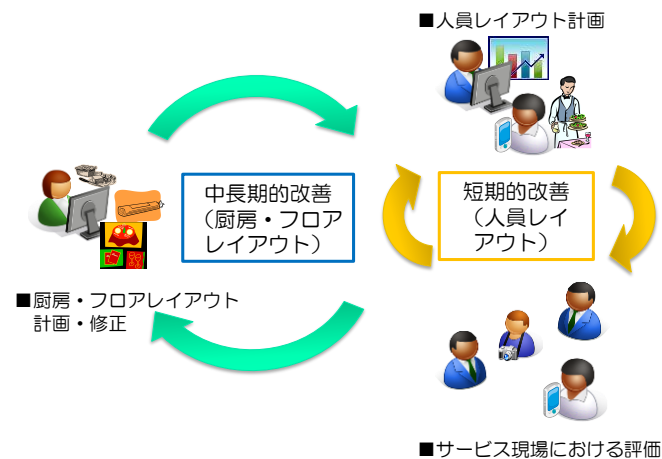
・実施項目１：厨房レイアウトの検証

厨房レイアウトを従来の刺身・焼場・揚げ場・洗場などのような１本のライン型システムとして構成するのではなく、複数の完結したセル型システム(厨房セル)として構成する。上記の概要図では一例として２つのセルから構成されている厨房のイメージであり、繁忙期の場合は２つの厨房セルをフル稼働させて職人も最大数使用し、厨房の最大パフォーマンスが発揮できるようにする。一方、閑散期には１つの厨房セルのみを稼働させて効率的に作業が行えるようにするだけでなく、１つの厨房セルに多能工である複数の職人を配置することで厨房の料理提供能力を調整可能である。本課題では、効率的なセル型の厨房レイアウトを明らかにすることを目的とし、従業員の作業動線の最小化による労働負荷の低減と作業者間の労働負荷の均質化、さらには注文量に対する職人の稼働率最大化を目指すことでコスト最小化も同時に目指す。厨房レイアウトは毎日に変更するというものではないため、比較的中長期的な変動に対する頑健性を有したプロアクティブなレイアウト作成を目指す。

・実施項目２：人員レイアウトの検証

厨房およびレストランフロアを対象に人員レイアウトの適応的構成を目的とする。季節変動や天候、周囲施設のイベント実施状況などに起因して生じるレストランの外部環境変動、アルバイト・パート従業員の多さによるレストランの内部環境変動に対して、提供サービス品質の安定による顧客満足度向上と、従業員の都合やモチベーション向上にともなう従業員満足度の向上を実現する人員レイアウトを可能にする。厨房においては、課題１の厨房レイアウトを入力として注文変動へ適応可能な人員シフトと、多能工化することによる従業員のモチベーション向上と技術向上による従業員満足度向上がポイントとなる。また、厨房作業の効率化の帰結として、バックヤード従業員を顧客接点に投入することで、顧客に対する新たな価値創造を実現するサービス提供を試み、顧客満足度の向上へつなげる。レストランフロアにおいては、アルバイト・パート従業員が大部分を占めるため、提供サービスの品質を維持しながら従業員の都合を最大限勘案する人

員レイアウトを実現する。厨房・レストランフロアの両対象においては、OJTによる新人教育も重要な要素となるため、熟練従業員と新人を提供サービスの品質を維持しながら組合せることで教育を推進する人員レイアウトも重要になる。これらの人員レイアウトは日毎、あるいはレストラン運用段階においても修正は可能であるため、短期的な変動への適応策として用いる。



共創的デザインにおける厨房・人員レイアウトプロセスの関連図

・実施項目3：レストラン店舗におけるサービス価値創成システムの構築

サービス価値創成システムとは、サービス財の特性に起因する生産性問題を解決するためのマネジメントモデルであるとともに、マネジメントモデルをサポートするための循環ループである。

サービス価値創成システムは、大きく3つのループで構成される。第1のループは、日々変動する需要に合わせて最適な労働投入量を決定するためのサービス需給改善ループである。労働集約型対面サービス産業では、サービスを提供するための適正従業員数の配置がサービス品質、顧客満足度の向上にとって重要な要因となる。そのため、POSデータを元に顧客の需要予測をおこない、最適投入労働量のシミュレーションをもとに継続的に人員シフトの改善を実施することで、機会ロス削減と顧客満足との両立を図る。このループは1日単位の短期的情報循環であるとともに、店長など現場管理者の業務改善ループであり、実施項目2とも深く関連する。

第2のループは、顧客嗜好分析をもとに、顧客ニーズに適合したサービスや商品进行設計するためのサービスコンテンツ改善ループである。顧客の嗜好は人によって異なるだけでなく、同一顧客であってもサービス利用状況や同伴者によっても異なる。そのため、POSデータの定量分析だけでなく、ベイジアンネットワークなどを活用した非正規的・非線形な顧客分析やインタビューやアンケート、CCEなどの質的分析をもとにサービス、商品設計をおこなう。このループは数か月ないし1年単位の中期的情報循環であるとともに、商品企画部長など部門長の業務改善ループである。

第3のループは、長期的な来店顧客やサービス形態の変化に応じてビジネスモデルや設備などのサービスのファンダメンタルズ自体を変更するためのサービス環境改善ループである。新規サービスの出現や顧客の経験によるサービス価値の陳腐化、商圈人口の変動に伴う来店客数の減少など、ビジネスモデル自体を変更する必要性が生じることがある。そこで、長期間にわたる来店客数や購買データなどの内部データ、経済環境のコーザルデータから当該ビジネスモデルのKPIを求め、サービス再設計を行うとともに、内部に蓄積されたビッグデータをもとにシミュレーションを実施し、設備レイアウトの変更を行い、顧客満足と生産性向上との両立を図る。このループは数年ないしは10年単位 of 長期的情報循環であるとともに、CEO、COOなど経営者の業務改

善ループであり、実施項目 1 を包含した取組みである。

・実施項目 4：共創的デザインに基づくサービスモデルの構築

ここで取り上げた外食産業での取組みは、抽象的に見ると、顧客が欲する多様な有形財を、効率良く迅速に生産し提供するというビジネスが対象となっている。このビジネスモデルは、決してレストラン固有のものではなく、有形財を提供する旅館や中食、レンタル業といった他のサービス産業にも展開可能である。さらに、これからは、優れたモノを製造し販売するという交換価値よりも、むしろ製品を顧客が使用する段階における使用価値に注目し、その価値創造の追求が求められている製造業も同様のアプローチの実践が重要な課題となっている。その際、厨房を製造フロア、レストランフロアを販売店にそれぞれ対応させ、さまざまな環境変動に適応的に対応するために、製造フロアレイアウトと人員レイアウトを共創的にデザインするという新たなアプローチの検討にも取り組む。そして、外食産業と同様に、従業員満足度を高めながら顧客に対する新たな価値創造を実現する新しい環境変動適応型サービスモデルの構築を試みる。

これらの課題を解決するために、サービス提供・消費論グループには外食産業企業であるがんこフードサービスがメンバーとして参画し、実際のサービス現場を対象に実データを用いた検証を行う。サービス提供・消費論ではまず現状分析を行い、どの程度のシステム外部・内部の変動が存在するかを検証するとともに、それを受けて厨房レイアウト・人員レイアウトを作成していく。その結果はパイロット店舗へと実適用してその効果を検証した後に他店舗への水平展開を行うとともに、全研究期間を通じて常に他業種への展開可能性に関する検討を行い、共創的デザインのコンセプトに基づく環境変動適応型サービスモデルの追求を試みる。

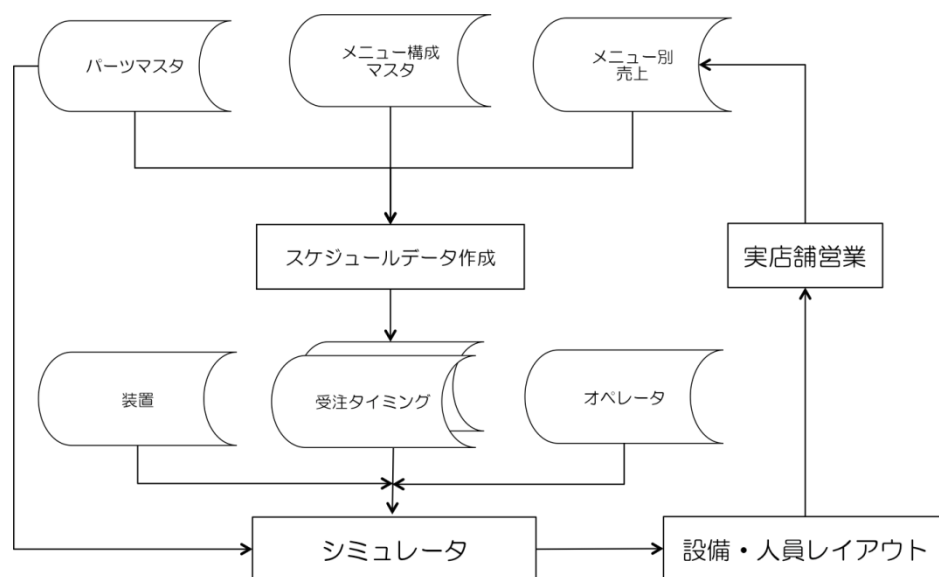
3-3. 研究開発結果・成果

上述したそれぞれの実施項目ごとに、各年度の研究開発結果や成果について記述する。

3-3-1. 平成 24 年度の研究開発結果と成果

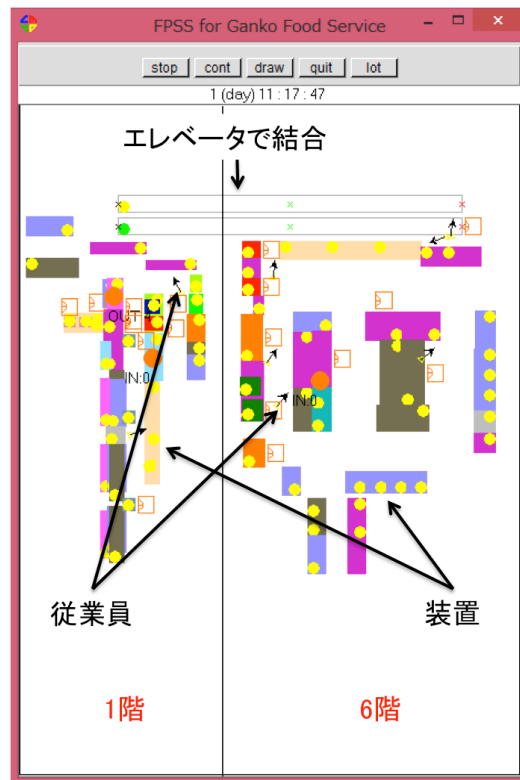
(1) 実施項目 1：厨房レイアウトの検証

まず、実際に計測した現場データを用いて、厨房シミュレータを構築した。実在する 1 店舗を対象として、設備の位置は店舗レイアウト図面から、作業者のデータは勤怠管理システムから、約 200 種類ある料理データについては料理パーツ毎への分解と調理時間の計測を行い、データを得た。受注データについては、POS とのインタフェースを構築し（外注分）、日々の POS データをシミュレータで利用できるようにした。構築したシステムの連携イメージは以下の通りである。



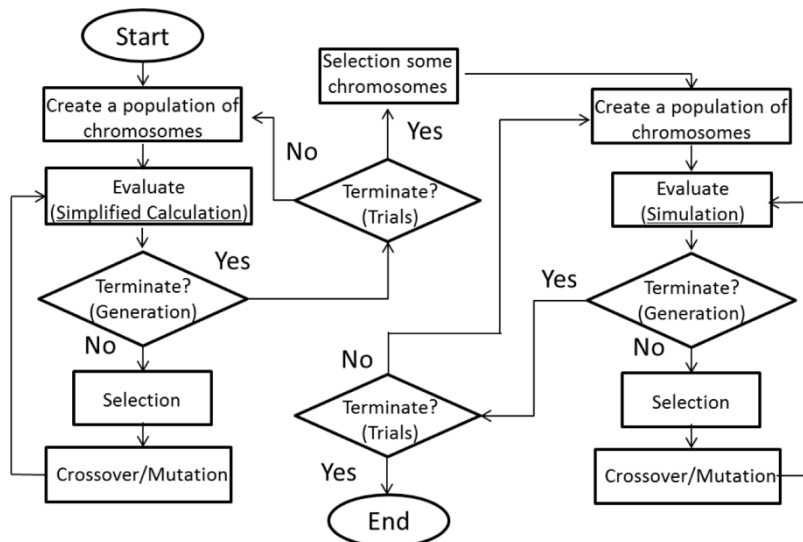
シミュレータと既存システムとの連携図

以上で得られたデータを基にシミュレータを構築した。対象店舗では厨房が入居ビルの1階と6階に分かれエレベータで結合された2フロア構成となっており、シミュレータでも2フロア構成を再現した。装置台数は1階、2階ともに約40台ある。投入品種数は約200であり、従業員数は1階、2階合計して約15名である。POSの受注データをもとに1日分のシミュレーションを行い、従業員の動線やメイクスパンをシミュレーション結果として出力する。シミュレータのスナップショットを次の図に示す。



シミュレータの概要

次に，生物指向アプローチとして，遺伝的アルゴリズムと計算機シミュレーションを組み合わせた設備レイアウト手法を構築した．提案手法のアルゴリズムを以下に示す．



設備レイアウト計画手法のアルゴリズム図

提案手法は2段階からなる．第1段階では，レイアウトの評価値である作業者の動線をヒューリスティックアルゴリズムにより簡易的に求めて遺伝的アルゴリズムを適用する．そうすることにより，計算時間を削減できるだけでなく遺伝的操作が十分な世代数実行可能となるため，探索が十分行える．第2段階では，作業者の動線を計算機シミュレーションによって精緻に求め，遺

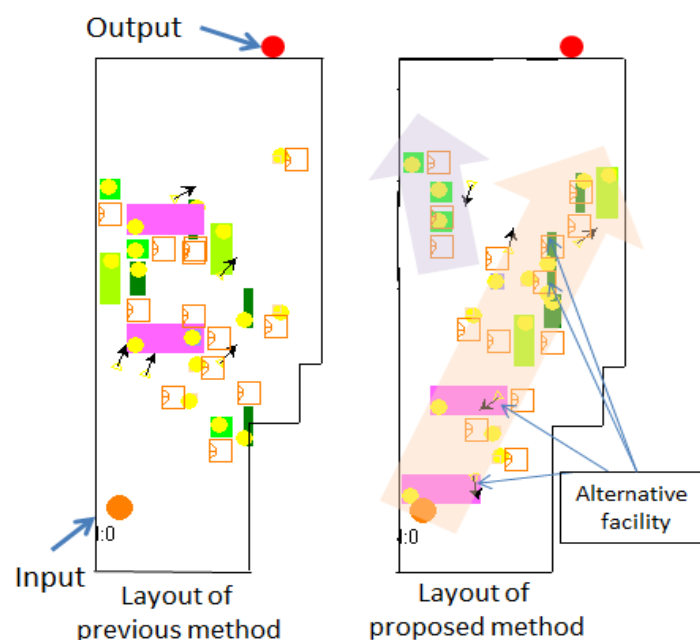
伝的アルゴリズムを適用する．第 1 段階で求めた解の中から上位数個の遺伝子（設備レイアウト）を初期解に含ませることで，より良い解を求解するだけでは無く，動線の簡易計算のみでは考慮できない作業現場でのモノの流れと人の流れを考慮したレイアウト計画が可能となることが期待出来る．

ここで，提案手法の有効性を確認するための予備的な実験として，飲食業における食品加工工場であるセントラルキッチンを対象に提案手法を適用した．そして，計算機実験を行った結果，ここで新たに提案する簡易計算とシミュレーションを切り替える提案法により，シミュレーションのみを利用する方法に対し，ほぼ同等の計算時間で総移動時間が約 20%短縮されるレイアウトの導出が可能であることを確認した．

導出されたレイアウト動線長

	従来手法		提案手法
各従業員の動線長の 合計(m)	Ave.	Best	Best
	1383.53	1340.00	1191.67
メイクスパン(sec)	5425.8	5144.0	5033.7
1試行あたりの計算時間(sec)	46112		46421

なお以下の図は，セントラルキッチンを対象としたレイアウトシミュレーション実行のスナップショットであり，左が進化計算のみを用いる従来手法，右が簡易計算を組込むことで，早期に準最適なレイアウトが求まる提案手法によるレイアウト結果である．



最終レイアウト図

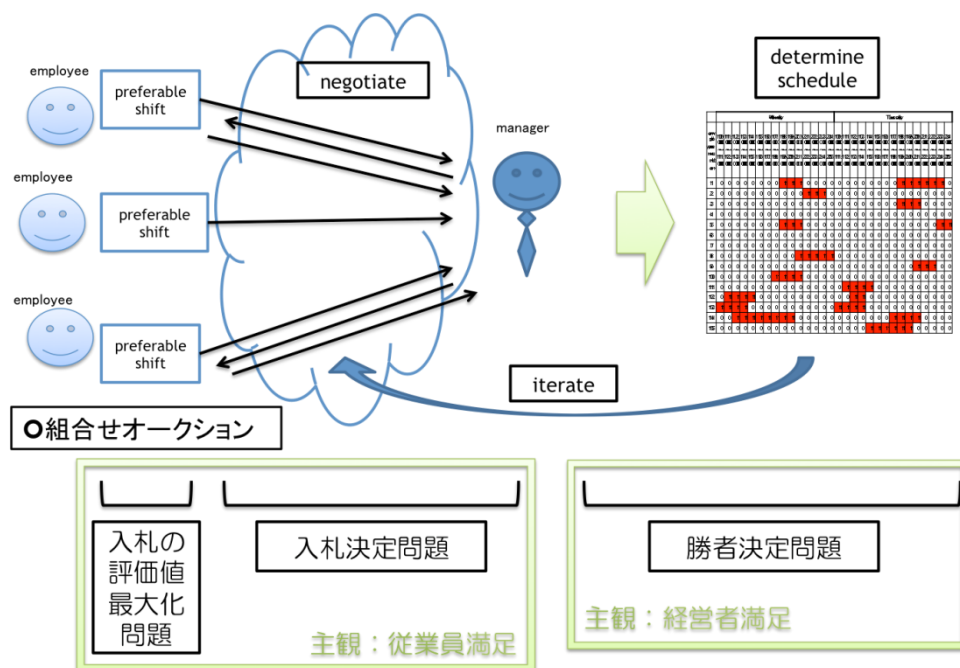
（２）実施項目２：人員レイアウトの検証

人員シフト計画は一般的にスタッフスケジューリングと言われており，各スタッフの勤務が公平となるように労働条件やスタッフの希望等を考慮したスケジュールを作成することである．人員シフト計画の作成においては作成者の負担を軽減するために様々な科学的・工学的手法が用いられている．例えば病院勤務の看護師を対象としたナース・スケジューリングは，看護の質を守

るとともに看護師の労働負荷を十分考慮しなければならない。また、必要人数に対する看護師の数も十分ではないことから非常に多くの制約が存在し、解くことが困難な組合せ問題として多くの研究がなされている。

これに対し、飲食店においては非正社員を多く雇っており、人数の制約に関してはナース・スケジュールと比較し余裕がある。しかし、非正社員が数多く存在することにより、その希望勤務時間を考慮してスケジュールを作成することが必要であり、その調整が困難であると考えられる。顧客が満足できるように各時間帯に十分な従業員の確保が必要なだけでなく、サービスの質を維持するために従業員が満足して働ける状態にしておくことが望ましい。その一方で、経営者の観点からは、支出を最小限に抑えるために顧客に十分なサービスが行き届く最小の従業員数で店舗を運営することが望まれる。

以上のような従業員、顧客、店舗経営者が満足しているかを表す指標をそれぞれ従業員満足度、顧客満足度、経営者満足度とし、ここではこの3つの要素を合わせてサービス満足度と定義する。本研究ではサービス満足度の向上を目的とし、このような立場の異なる組織間の多目的な効用による均衡解を導出するメカニズムとして、社会的交渉ベースの最適化手法である組合せオークションを用いた新しい人員シフト計画手法の提案を行う。提案手法の概要を次の図に示す。



組合せオークションによる人員レイアウト計画手法の概要図

ここで組合せオークションとは、価値に依存関係のある複数の品物（財）を同時にオークションの対象とし、複数の財の組合せに対する入札の中から入札値が最大となる入札の組合せに財を配分するオークションである。組合せオークションには、各入札者がどのように入札するかを決める入札決定問題と、主催者がどのように財を配分するか決定する勝者決定問題がある。入札決定問題は入札者の主観で入札が作成され、勝者決定問題では主催者の主観で入札の組合せが決定される。

本研究では、入札者を従業員、主催者を経営者、財を各従業員の勤務シフトとし、入札を効率良く作成するために入札決定問題の前段階として入札値最大化問題を解く。入札値最大化問題は、各従業員が希望勤務シフトに一番近い勤務シフトを作成し、従業員満足度向上を意味する。その

近傍から入札を生成し(入札決定問題)勝者決定問題を解くことにより、一定の従業員満足度を維持したまま経営者満足度を向上することが期待できる。このように、入札決定問題と勝者決定問題を目的の異なる主体が個別に解くことで、サービス満足度向上という多目的構造の問題を解くことを試みている。

以下に、本システムの使用イメージを説明する。まず、ある従業員が希望するシフトを上記、最終的に本手法によって決定されたシフト(赤枠)を下にそれぞれ示す。

Day\time	10:00~ 11:00	11:00~ 12:00	12:00~ 13:00	13:00~ 14:00	14:00~ 15:00	15:00~ 16:00	16:00~ 17:00	17:00~ 18:00	18:00~ 19:00	19:00~ 20:00	20:00~ 21:00	21:00~ 22:00	22:00~ 23:00	23:00~ 24:00	24:00~ 25:00
Monday	0	0	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1
Tuesday	0	0	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1
Wednesday	0	0	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1
Thursday	0	0	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1
Friday	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Saturday	0	0	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1
Sunday	0	0	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1

Day\time	10:00~ 11:00	11:00~ 12:00	12:00~ 13:00	13:00~ 14:00	14:00~ 15:00	15:00~ 16:00	16:00~ 17:00	17:00~ 18:00	18:00~ 19:00	19:00~ 20:00	20:00~ 21:00	21:00~ 22:00	22:00~ 23:00	23:00~ 24:00	24:00~ 25:00
Monday	0	0	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1
Tuesday	0	0	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1
Wednesday	0	0	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1
Thursday	0	0	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1
Friday	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Saturday	0	0	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1
Sunday	0	0	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1

シフト計画決定の一例

ここでまず、この店舗の勤務時間帯は10時から深夜1時までである。そして勤務条件として、1日の勤務時間の上限は8時間、下限は2時間であり、次の勤務までに12時間を休まなければならない。また1週間の勤務時間の上限が40時間であるものとする。そして、各曜日・時間帯ごとに、今までの実績から必要な従業員数が制約として与えられているものとする。

このような状況下で、まず上図は、ある従業員の希望シフトを示しており、青の1の時間帯は勤務希望、黄色の-1は希望はしないが勤務は可能、0は勤務不可ということを表す。そして、複数の従業員(15名)のそれぞれの希望シフトから計算されたこの従業員の最適なシフト計画が下図の赤枠で示されている。

このような各従業員の希望に基づいたシフト計画が自動的に計算され、15名の従業員に示されることになる。この規模の週間シフト計算は1秒以内で計算でき、従業員・経営者・顧客それぞれの満足度を考慮した適正な労働投入量の実現が実現できることが確認された。

(3) 実施項目3：レストラン店舗におけるサービス価値創成システムの構築

サービス価値創成システムの実サービス提供現場導入による業務改善の有用性、およびその検討事項を確認するため、飲食店を運営する企業A(本社・大阪市)において実証実験を実施した。企業Aの運営する店舗B(5フロア、従業員数約55名、調理場数3、客席数351席)を対象として、部門長、店長・調理長、現場従業員に対する情報循環、提供を行い、各マネジメント層のオペレーション変更を通じてサービス提供現場の改善を実施した。

一方本社では、POS、および稼働率推定システムを用いて各マネジメント階層に必要な情報を生成・呈示した。部門長に対しては、調理場所別の作業発生時間を推定できる稼働率推定システムを用いてボトルネックとなっている生産設備情報を呈示し、当該情報に基づいて厨房設備の仕様変更を実施して商品供給能力改善した。店長、調理長に対しては、POS データを元に予測した 15 分あたりの来店客数、および料理出品数情報を呈示し、当該情報に基づいてシフト作成、素材発注量を改善した。現場従業員に対しては、15 分あたりの単品別出品数予測情報を呈示し、従来逐次生産していた料理をバッチ生産に変更して料理提供時間の改善を図った。

当該改善実施前の 3 か月（2012 年 7 月から同年 9 月まで）、実施後の 3 か月（同年 10 月から 12 月まで）における前年対比売上高達成率、1 日当たりの売上高と投入労働時間の相関係数をそれぞれ顧客満足度、需給最適化の KPI として計測した結果、各マネジメント階層に必要な情報循環を行い、設備レイアウト、シフトコントロール、現場作業を改善させるループを形成することで、売上向上、収益改善、顧客満足向上と効率化の両立などの経営目的を実現することが可能であることを確認した。

また、一連の業務改善に伴う従業員への心理的負担、モチベーションへの影響、CS や ES への影響を検討するため、2013 年 1 月に、B 店を担当する部門長、B 店の店長、調理長、B 店の従業員（接客 3 名、調理 3 名）に回顧的インタビューを実施した。

従業員に対する回顧的インタビューで得られた意見例を次表に示す。店長、調理長を含む現場従業員は、生産効率が向上することで料理の品質、顧客満足も併せて向上する点を指摘している。これらの意見から、サービス価値創成システムによる現場改善で CS、MS 双方の向上が可能であることがわかる。また、従業員は、作業効率向上や技術習得に対する意欲を持っているとの意見がある。このことは、サービス品質改善を通じて従業員の達成動機を向上させ、ES が改善される可能性があることを示している。さらに、部門長、店幹部共に収益や生産性向上が実現可能だという意見が出ていることから、サービス提供現場の収益向上にも寄与することが確認できた。

回顧的インタビューの結果

部門長	設備変更による生産・人員効率向上 店舗の収益性も大きく改善した 会社の教育システムなども併せて改善する必要あり 顧客の居住性と店舗生産性バランスの改善が必要
店幹部	閑散時間帯の人員管理がしやすくなった 出来立て感がアップし、リピート客が増加した 稼働率が高いため、次の段取りなどのバッファ時間減少 非熟練者に対する現場教育時間（余力）の減少
従業員	お客様の笑顔や感謝の言葉は、やる気を向上させる あの人がいると仕事が楽、仕事ができる人と見られたい 年配従業員は、作業方法が変わると戸惑いが多い 時間の無駄がなくなる一方、労働時間も短縮される

一方、本システムを実サービス提供に導入するための課題も多く確認された。例えば、部門長は従業員の能力向上を実現するための教育制度の改善や、従業員の能力向上に対するインセンティブ制度の整備が必要であると指摘している。このことから、関連部門との連携や、企業のバリューチェーン全体の設計変更を合わせておくことが必要であると確認できる。また、店幹部は、従業員の稼働率が向上する一方、OJT 機会の減少や、作業余裕率低下による心理的、時間的負担の増大を指摘している。現場教育方法の改善、現場作業自体の再設計などの施策を合わせて実施する必要がある。さらに、従業員は、顧客の需要に合わせたシフト編成による労働時間の減少や、

作業システム変更対応への不安などを抱えている。従業員の所得確保のためのさらなる客数増や、カウンセリングやトレーニング支援などの従業員支援体制を合わせて構築する必要がある。

（４）実施項目４：共創的デザインに基づくサービスモデルの構築

ここで提案する共創的デザインのコンセプトに基づいた環境変動適応型サービスモデルの汎化・製造業への横展開を目的に、精密工学会総合生産システム専門委員会の中に製造業を中心とする複数の企業メンバーを含んだサービス生産システム小委員会の立ち上げを実施した。現段階で本専門委員会の企業会員より５社からの参加表明があり、多くのアカデミックからも参加の意向が示されており、来年度より実際の活動を開始する予定である。以下、本小委員会で検討する事項をまとめたものである。

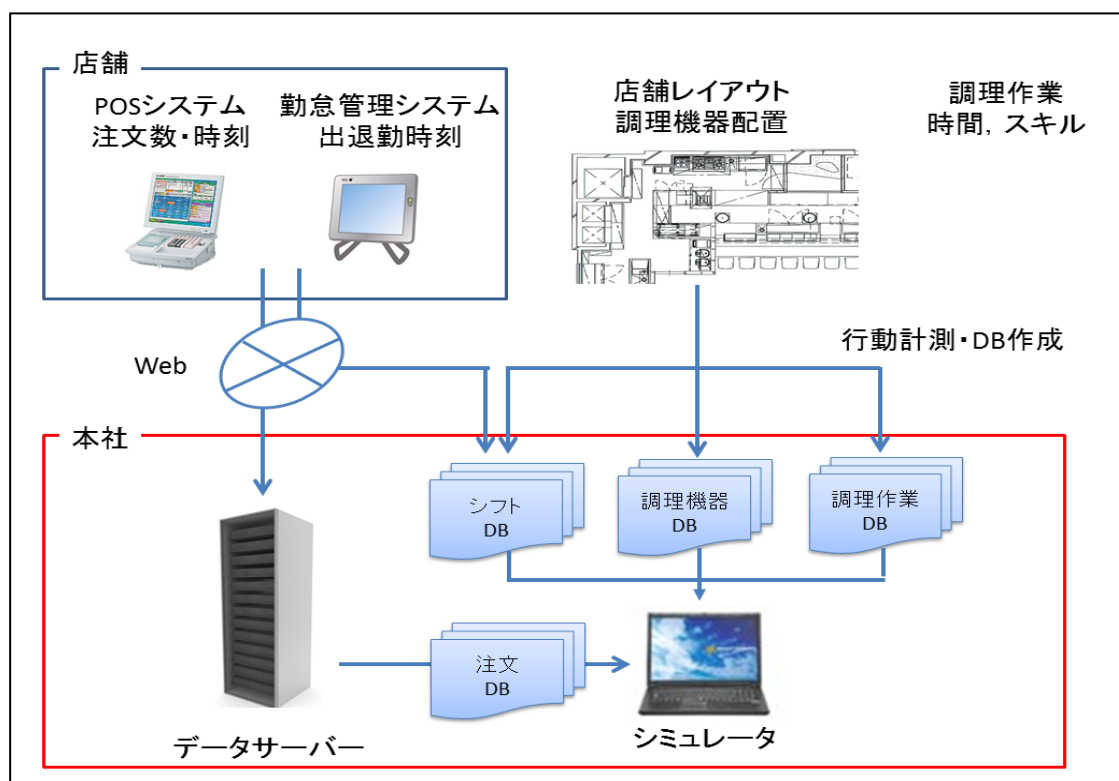
- ・サービス化を実践する製造業のサーベイおよび視察・調査
- ・サービス・ドミナント・ロジックを実践しているサービス産業の視察・調査
- ・もの・コトづくりに関する産学官有識者との議論による現状把握および内容整理
- ・製造業における新たなサービス生産システム像の構築および提言

3-3-2. 平成２５年度の研究開発結果と成果

（１）実施項目１：厨房レイアウトの検証

生物指向アプローチによる厨房レイアウトデザインについて、パイロット店舗を対象に、厨房レイアウト設計用シミュレータを作成し、新店におけるセル生産型厨房の展開を目指した厨房レイアウト設計手法を検討し、実店舗での新レイアウト導入を実施した。

以下の図に、本研究で用いたシミュレータのシステム構成を示す。本システムは POS システム、勤怠管理システム、データサーバ、シミュレータで構成されている。



調理場シミュレータシステムの構成

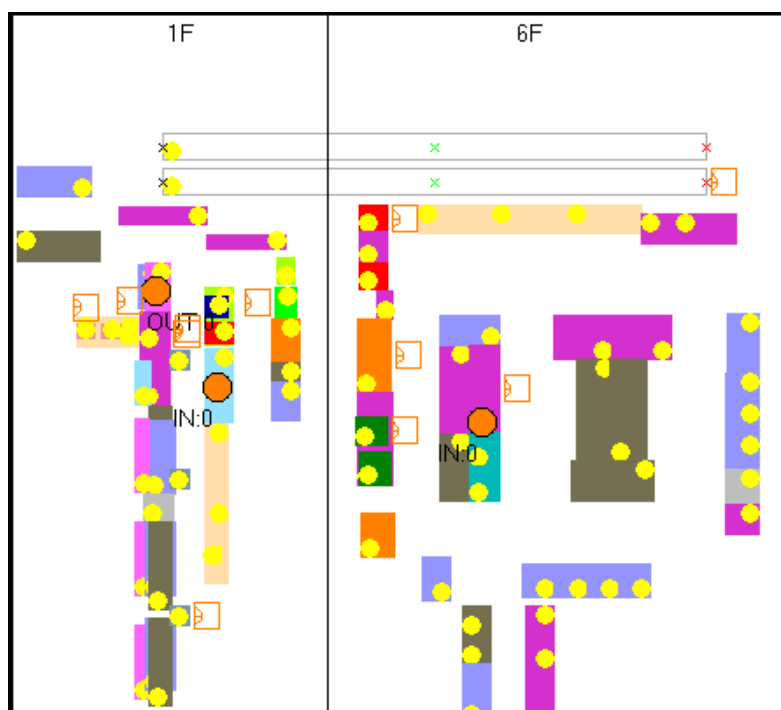
調理作業をシミュレータ上で再現するために必要な 1) 全メニューの料理 ID, 調理作業時間からなる調理作業 DB, 2) 調理機器および調理場レイアウトを再現するため, 機器の中心位置, 向き, 大きさ (横=X, 縦=Y), 調理可能料理 ID, 1 バッチ量からなる調理機器 DB, 3) 従業員の人数, 勤務時刻, 担当ポジションと担当する料理 ID, 作業速度からなるシフト DB を作成した. また, 顧客の注文情報をシミュレーションに反映させるため, 4) POS データをもとに料理 ID, 注文数, 調理開始時刻, 調理機器からなる注文 DB を作成した. POS データに調理開始時刻の記録が残らない宴会コース料理の構成品については, 実際の宴会台帳の開始時刻を元に, 各構成品の調理開始時刻を推測して DB に加えた.

料理 ID と調理場所とを対応させて各 DB をシミュレータにダウンロードすることで, 現場の調理作業を再現する. まず, 注文 DB の料理 ID と調理機器 DB の調理可能料理 ID とを対応させ, 注文が調理機器別に集計されたデータを作成する. 次に, 調理機器 DB の 1 バッチ量, シフト DB の調理場所・作業速度, 調理作業 DB の調理時間を用いて注文ごとの調理時間 (T_o) をもとめ, アウトプットされたデータを調理場所別に集計して調理場所別平均リードタイム (T_p) を求める.

次に, この情報システムを活用し, 実店舗データを用いたシミュレーションを実施した. 以降にこの事例を示す.

日本料理店 A (大阪市北区, 5 フロア, 和食調理場 1 階・6 階, 寿司カウンタ 1 階, メニュー 210 品種) の POS データ, 勤怠管理データを用いてシミュレーションした. 調理場全体の平均料理リードタイム (T_a) を KPI とし, 調理場レイアウト, 調理機器の生産能力, 機器配置の改善による調理のリードタイム改善を検討した.

2013 年 6 月 23 日の POS データおよび勤怠管理データを用いて第 1 回目のシミュレーションを行い, 現状レイアウトにおける T_p , T_a を求めた (下図).



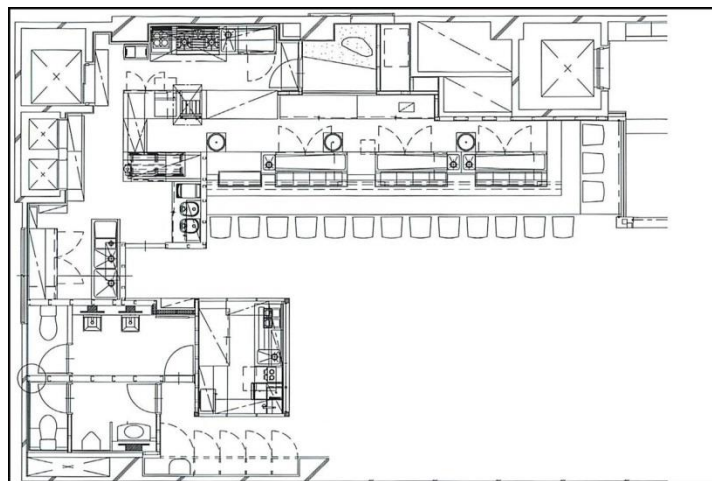
シミュレータ上の A 店厨房 (1 階・6 階を並べ表現している)

次に, 店長, 調理長, 設備担当者を交えて現状の調理場レイアウト, 機器配置, 生産能力の間

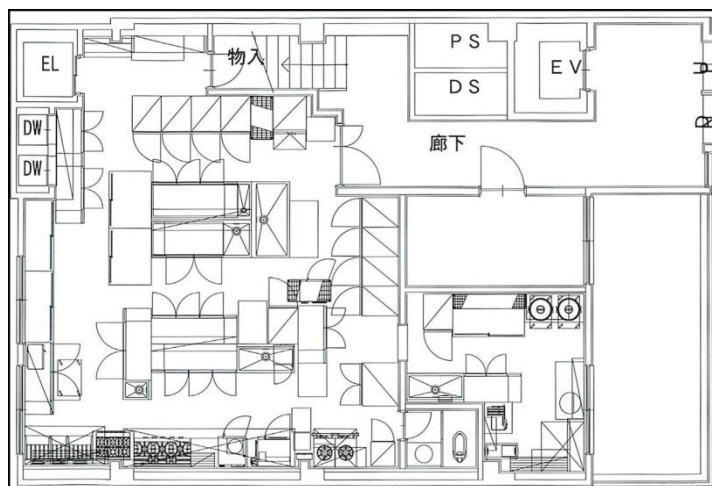
題点を検討し、2か所の和食調理場を維持しつつ機器配置などを改善する調理場レイアウト（後述するA案）2か所の和食調理場を1か所に集約するレイアウト（後述するB案）、の2案を作成し、第1回目と同じデータを用いて第2回目のシミュレーションを実施し、A、B案のTp、Taを求めた。

第2回目のシミュレーションで得られたTpおよびApを参考にA、B案の問題点を抽出し、その問題点のソリューションを盛り込んだ最終的な調理場レイアウト案（C案）を作成して、第3回目のシミュレーションを実施し、C案のTp、Taを求めた。

具体的に、現状A店の厨房レイアウトは次の2つの図であるが、これらの図を見ると、1階は寿司・天ぷら・煮物を、6階は焼物・八寸・宴会用の天ぷらを調理している為、リフト使用時間がかかってしまう。また、6階は広い為、リフトまでの導線も長い。さらに1階は、寿司と和食調理場が壁で遮られている為、従業員同士が協働できない上、配膳が狭いためボトルネックとなっている事が確認できる。



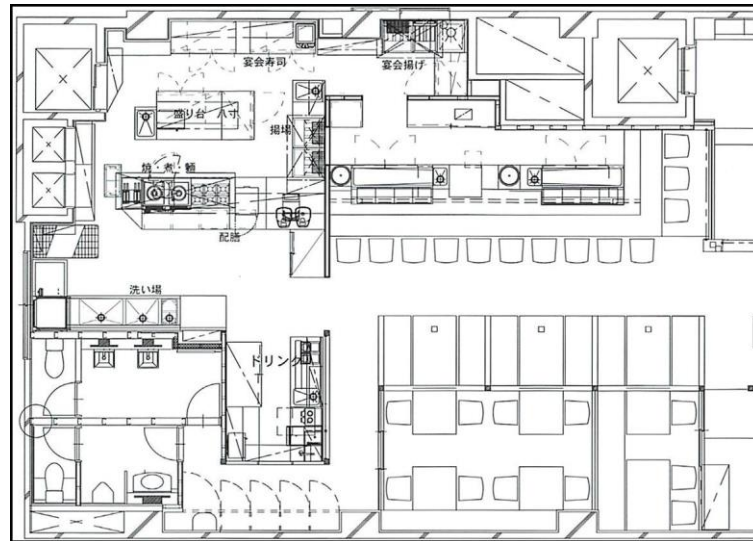
現状 1階



現状 6階

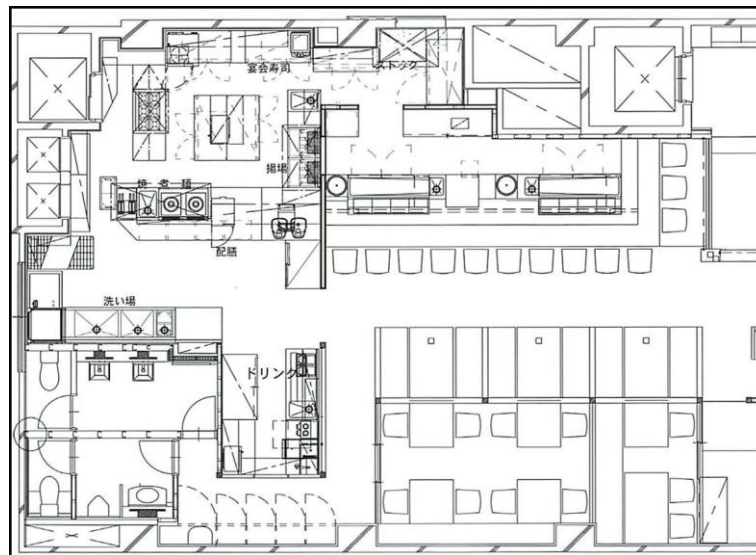
A案のレイアウトを次の図に示す。A案は、1階にすべての厨房を集約することを目的としている。また、寿司と和食の通路を確保する事により、和食調理と協働できるようにしている。しかし、全調理機器を設置するには現状の面積では足りなため、裏の倉庫と寿司カウンター3席

を和食調理場とした。この場合効率は良いが、客席面積を縮小、加えて、防水工事が必要なため、多額な設備投資が必要となる。



A案 1階

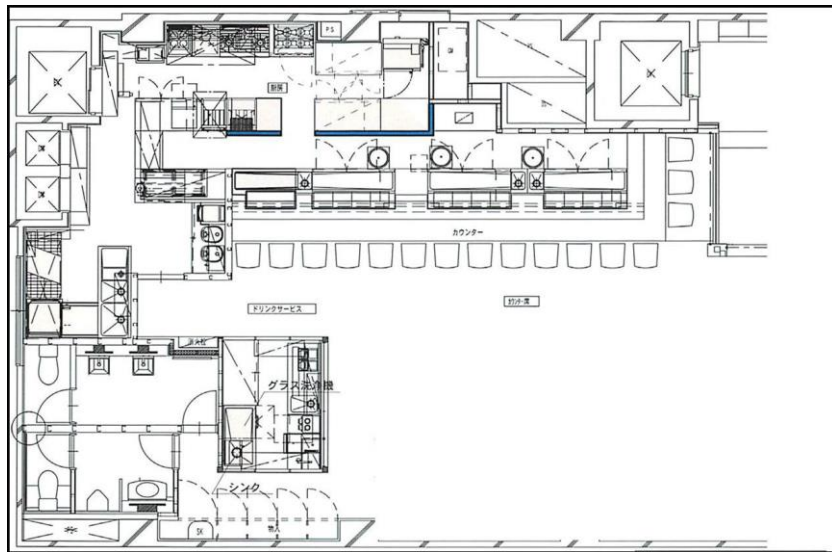
次にB案のレイアウトを次の図に示す。閑散日は1階で、繁忙日は1階と6階の厨房を使用できるように設計した。A案は大規模な設備投資が必要であるため、B案は可能な限り6階の厨房を活用するレイアウトである。



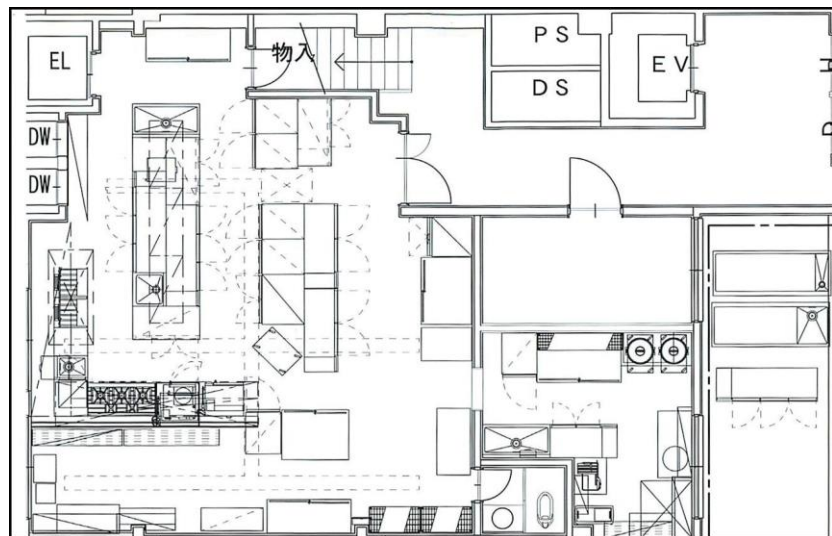
B案 1階

C案のレイアウトを次の2つの図に示す。現状レイアウトに対するC案の変更点は以下の通りである。(1) 寿司従業員が和食従業員と協働できるように、寿司場の壁を撤去。(2) 寿司カウンターの労働人員を確保するため、6階にあった造り場を1階のカウンターに移設。(3) ボトルネックである配膳は、繁忙時にも対応できるようにL型のまま残しスペースを確保。(4) 調理機器不足解消のため、コンロ8基を12基に、フラーヤー、ジェットオープン各1台を6階から1階へ移設。(5) 八寸場と焼き場が協働できるように、1階箱庭を調理場に改装し、ストッカー、台下冷

蔵庫を移設，スチームコンベクションを1台導入．(6) 6階はリフトとの導線を短縮するため，調理機器・台下冷蔵庫・ストッカーを再配置し全体を集約．



C案 1階



C案 6階

ここで，以上の結果について考察を行う．

A店におけるシミュレーション結果を次表に示す．同店の現状レイアウトにおける調理場全体の料理提供リードタイム (Ta) は4.22分，A案のTaは4.81分，B案の5.31分であり，いずれの案も現状レイアウトのTaを改善することはできなかった．A案，B案ともに勤務年数の長い店長，調理長，設備担当者の設計経験を元に改善案が設計されているにもかかわらず，なぜリードタイム改善を実現するレイアウト案を考案できなかったのであろうか？

A，B案のTaが悪化した原因を調理場所別に考察する．その原因は，1) 調理場所数の減少，

2) 作業割り当て変更に伴う作業負荷の増加, 3) 生産能力の変更に伴う作業方法の変更に大別されると思われる。例えば、寿司・造りは1階に和食部門を集約するために調理場所が減少しており、調理場所数の減少がTp悪化の原因であると考えられる。配膳は、A、B案共に待機時間を活用して麺場を補助する設定に変更したため、麺場のTpが改善したが、作業割り当て変更に伴い作業負荷が増加した配膳のTpは悪化したと考えられる。また、揚げ場は、現状レイアウトでは1階、6階に分散していたが、A、B案共に客席に近い1階に設置した。生産能力の変更(増強)により、1階揚げ場の1バッチ当たりの調理量は増加したが、素材投入、引き上げ時間がかかるため、結果的にTpが悪化したと考えられる。

刻々と変化する目の前の顧客ニーズを探索的に把握し、その場でサービス設計することが求められる接客サービスのような場合、経験豊かなサービス提供者の勘と経験に基づく探索的ニーズ推定、およびそれに基づくサービス設計は有効であろうし、コンピュータによる顧客ニーズ推定やサービス設計よりも有意であると思われる。

一方、顧客からの注文種類、数量が毎日異なる環境下における設備レイアウト設計を行う場合、顧客の全注文履歴から調理機器別稼働率やリードタイムを求め、全数データに基づいて注文量に対する調理機器の生産能力の最適化、移動距離の最小化などを求めることができるシミュレータの方が、経験豊かな人間よりも正確に製造工程におけるボトルネックや滞留を発見することができる。当然、経験豊かな従業員や技術者による探索的設備レイアウト設計で改善を実現する場合もあると思われるが、本件の場合にはリードタイム改善を実現することができなかった。

現状レイアウト、A案、B案、C案におけるTa、およびTp

調理場所	現状	A案	B案	C案
寿司・造り	3.73	5.06	5.08	3.47
麺	4.79	4.47	4.36	4.11
配膳	2.08	2.79	3.68	2.18
揚げ物	4.76	5.93	6.51	5.00
煮物	4.93	5.48	6.38	4.88
焼物	5.31	5.13	5.96	4.78
八寸	6.50	4.34	6.37	3.74
全体	4.22	4.81	5.31	3.75

A、B案のシミュレーションで求められたTaおよびTpのデータ分析に基づいて設計されたC案のTaは3.75分であり、シミュレーション結果を元にしたレイアウト設計によって調理場の作業効率改善が計算機実験上で成功した事が確認できる。A、B案で得られたTpをもとに調理場所数、作業割り当て、生産能力の変更に伴う作業方法を再検討し、C案に反映させたことが功を奏したと考えられる。

例えば、寿司・造りは、A、B案共に調理場所は1か所削減されていたが、C案では現状レイアウトと同数に戻すとともに、現状レイアウトでは6階の和食調理場にもあった造り場を、C案では1階の寿司カウンターで共同作業する作業割り当てに変更したため調理作業員数が増加し、Tpが改善されたと考えられる。

煮物は、現状レイアウトでは1階、6階に分散していたガスコンロを1階に集約したものの、コンロ数は8基のまま変更していなかった。一方、C案では1階に12基設置したため生産能力が向上し、Tpが改善したと考えられる。

一方、たしかにC案のTaは改善されたものの、配膳、揚げ物のTpは現状レイアウトよりも悪化している。例えば、配膳は定食類やコース料理のように料理パーツをアッセンブルする調理

場所である。上流工程である他の調理場所の T_p が改善された結果、配膳の作業負荷が増加するため、 T_p が悪化したと考えられる。この場合、配膳の人員を増加するなどの追加的な対策を講じる必要がある。

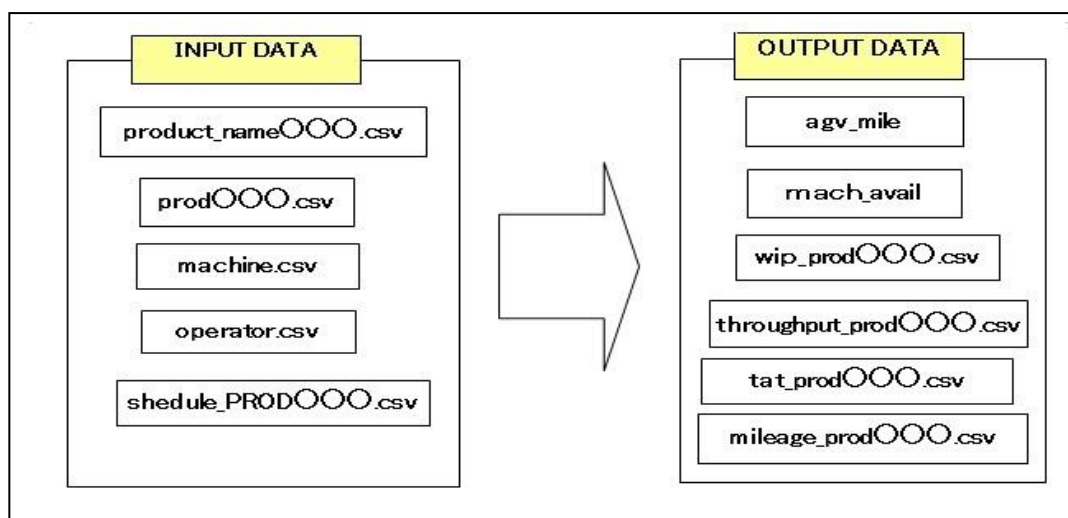
C 案が現状レイアウトに対して T_a を改善することができた要因について考察する。C 案は、現状レイアウトの T_p 、標準偏差、リードタイムの分布、およびそれをもとに設計された A、B 各案の T_p 、標準偏差、リードタイムの分布を検討し、調理場所別にどのような原因で T_p が悪化したのかについて定量的に分析を行い、その結果に基づいて C 案を設計している。つまり、従業員自身の勘と経験に加え、科学的データをもとにレイアウト設計したことで、より良い改善案である C 案を考案することが可能になった。サービス科学的アプローチによって設備レイアウトをデザインすることで作業性を改善し、投入労働量を削減することが可能であることが確認できた。

一方、本研究には課題も多く残されている。第 1 点は、日本料理分野の調理慣行である。日本料理分野では、寿司、和食は別組織で管理されることが多い。原因は、技術体系の相違に起因する師弟関係の存在である。日本料理に限らず、マニュファクチャの世界では技能伝承は師弟関係に基づいて行われるため、他者が師弟関係に基づいて管理されている組織で協働することは容易ではない。寿司・和食部門を超えた協働によるリードタイム改善を実現するためには、調理師に対する教育を行い、師弟関係という内部要因ではなく、CS を基軸にした視点で協力し合うように意識改革を行う必要がある。

また、本研究はシミュレーションによるリードタイム改善の検証であって、実店舗でリードタイムを計測して改善の有用性を検証したわけではない。サービス提供現場では作業者のスキルの組み合わせ、皿や什器備品の数量、クレームや調理ミスといったイレギュラー要因など、様々なリードタイム変動要因が存在する。人員レイアウト改善、IE、QC などを複合的に導入してサービス提供現場の改善をあわせて実施し、リードタイム改善を実現することが求められる。

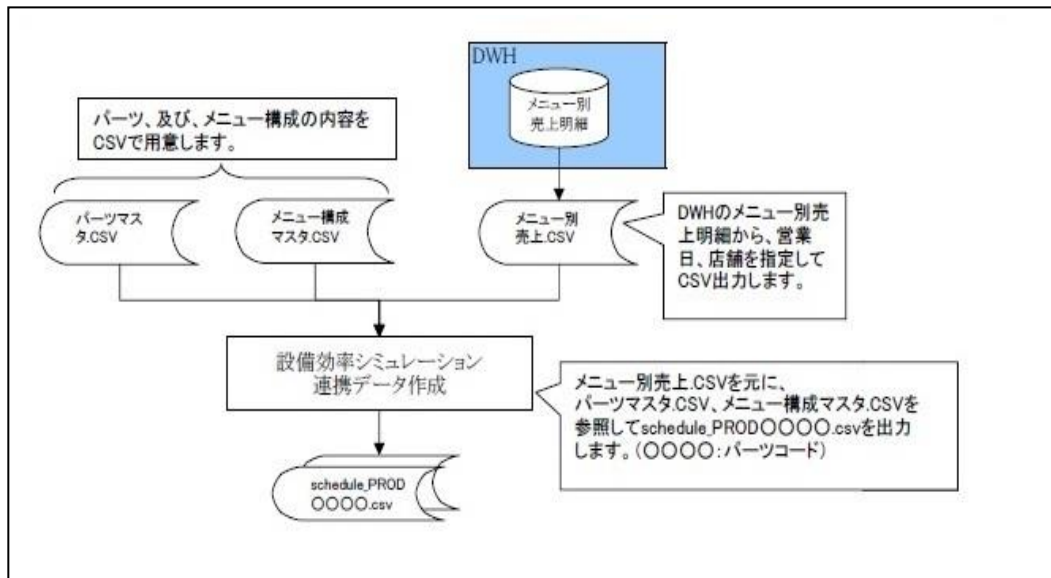
ここで以降では、参考として、図 3 に示したシミュレータシステム構築のために、今年度に開発した情報システムの概略仕様について説明する。

まず、POS システムのデータをもとにシミュレーションを行う場合、既存システムは 1 料理に対して 1 プログラムを実行する構造であるため、オペレータの操作負荷が大きい。シミュレーションに多くの時間を要する。ユーザビリティ向上および機動性の高いシミュレーションは社会実装するための必須条件である。ゆえに、POS システムとシミュレータとの連携向上を図るため、システム改善を行った（下図）



シミュレータの概略

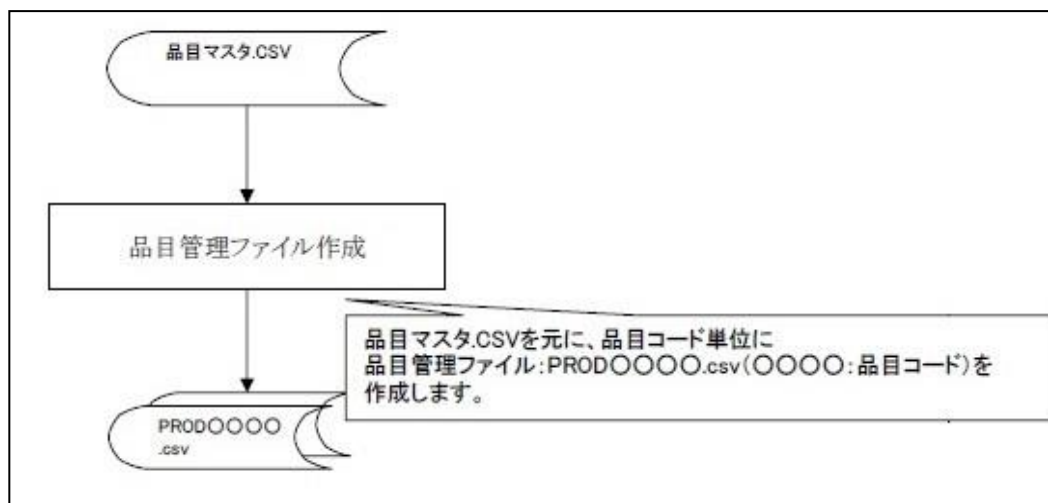
POS のシステム出品データをシミュレータに投入するインプットデータファイル `schedule_prod○○○.csv` は、出品数と同数のデータフィールドを必要とするため、最大 99 のフィールドを設定している。その結果、データ抽出に多くの時間がかかる。シミュレーションのリードタイムを改善するため、出品数フィールドを固定し、1 ファイル 3 フィールドのファイルが作成できるように改善した。



`schedule_prod○○○.csv` ファイル構造の変更

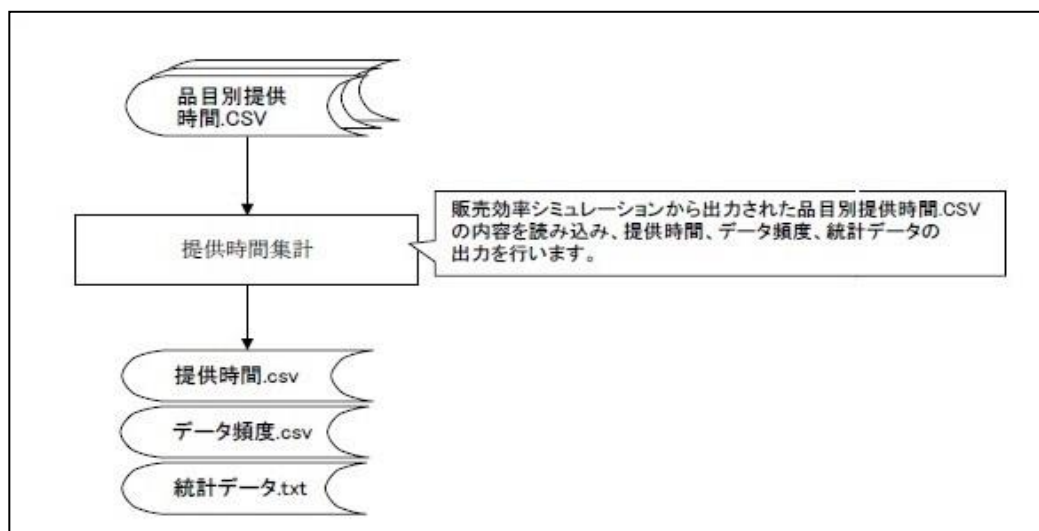
シミュレータは、各ファイルが 1 パーツ（たとえば定食のご飯のように、メニューを構成する要素商品）単位で作成されている。和食のメニューは多数のパーツにより構成されていることが多いため、多数のファイルが必要になる。

また、メニューの調理工程を表すファイル `product○○○.csv` は、パーツの調理工程表を参照しながらオペレータが作成する必要がある。そのため、調理機器レイアウトや、作業場所変更時の修正などを入るごとに修正する必要があり、操作性に問題を抱えていた。操作性を向上するため、メニュー別調理工程のマスターファイル（CSV 形式）を使用して、自動的に `product○○○.csv` ファイルを作成するようにした。



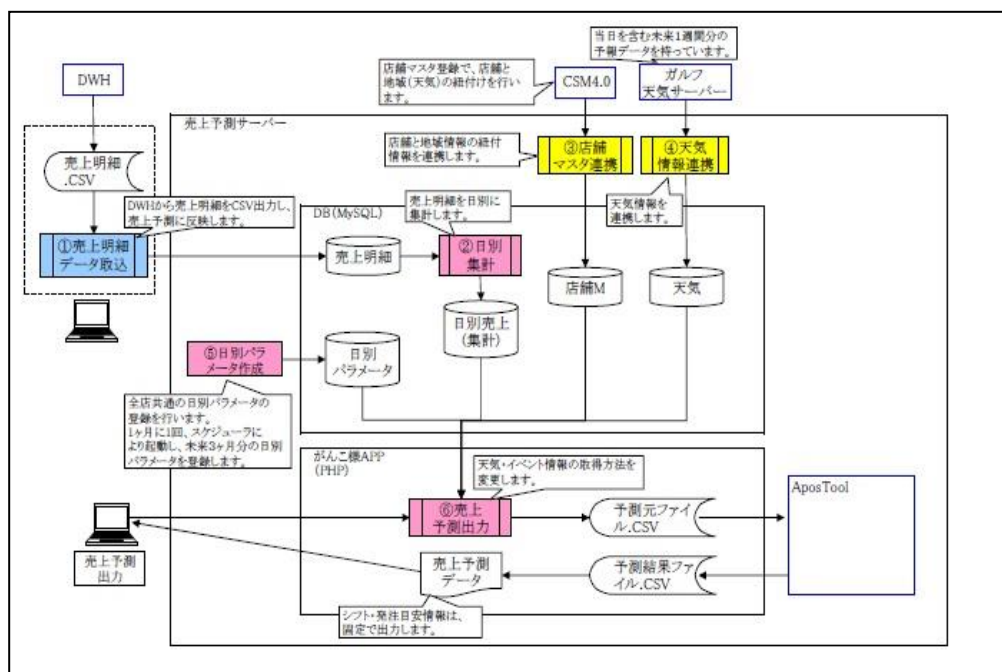
`product○○○.csv` ファイルの作成

加えて、シミュレータで作成されたOUTPUT DATAも、パーツ毎のファイル開いてデータを集計する必要があるので、非効率であった。集計時間を短縮するため、パーツ毎のファイルを集計し、提供時間、データ頻度、統計データを出力できるプログラムを作成した。（図14）



OUTPUTファイルの統合集計

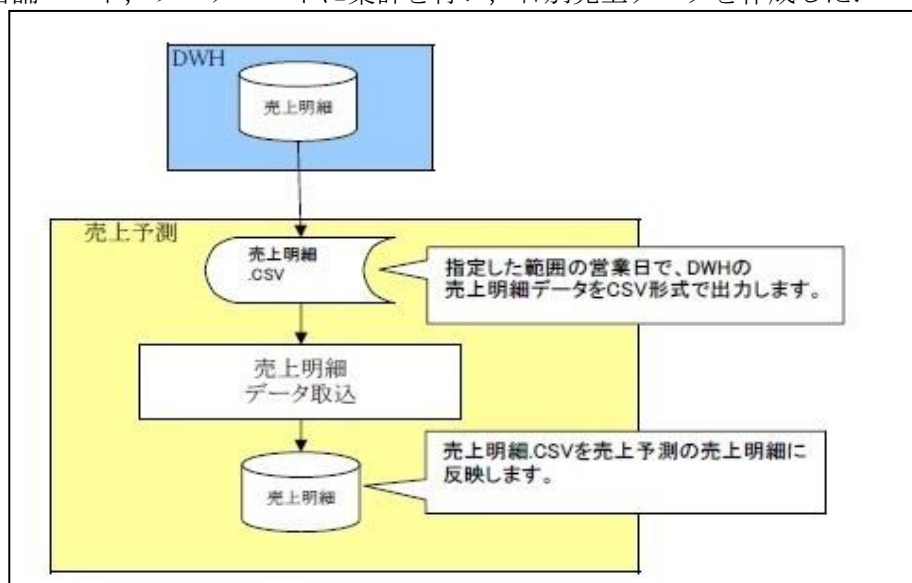
次に下図に、需要予測を行うためのシステム（以下、APOSTOOL という）を使用した売上予測の概要図を示す。今回は、APOSTOOL の Input Data のひとつである売上予測に関するシステムを構築した。



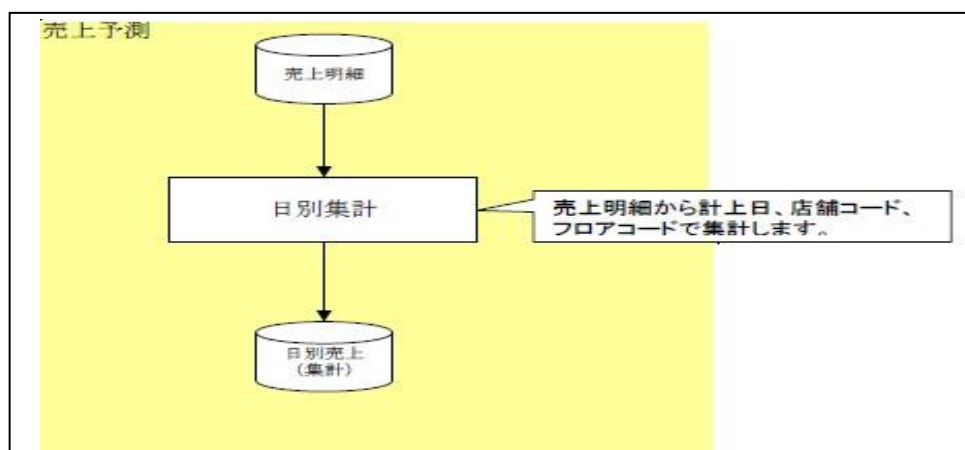
APOSTOOL を使用した売上予測の概要図

APOSTOOL を用いて売上予測を行う場合、売上明細実績データ（売上高、客数、メニュー出品数、時間など）を、データウェアハウス（以下DWH）からダウンロードする必要がある。売

上予測を行うのに適したデータ期間を指定し、それに対応した売上明細実績データを自動的に生成し、APOSTOOLに反映させることができるようにプログラムの改善を実施した。これより、計上日、店舗コード、フロアコードに集計を行い、日別売上データを作成した。

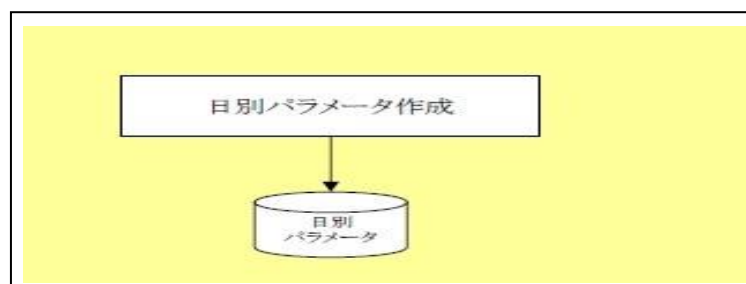


売上明細データの取り込み

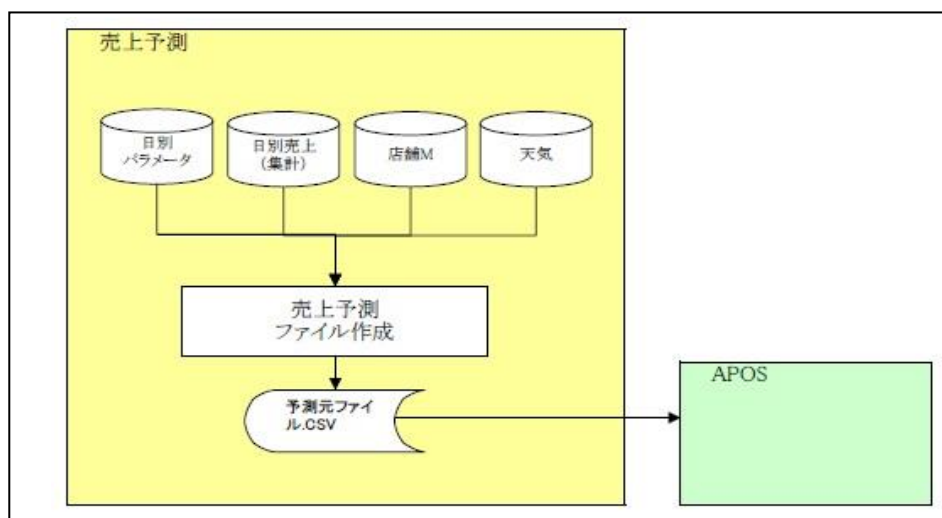


日別売上集計

次に、月に1回、自動的にスケジューラーで需要予測期間に対応したパラメーターを作成できるようにした。日別売上実績、日別パラメーター、店舗マスター、天気予報を元に、APOSTOOLに連携する予測元ファイルを作成した。



日別パラメーター作成



予測元ファイル作成

(2) 実施項目2：人員レイアウトの検証

外食産業の生産性向上に向けて資源投入量の最適化と、付加価値の向上を同時に実現するためには、労働集約的なサービス現場である外食産業において効率の良い従業員の人員シフト計画を作成することが重要となる。人員シフト計画は、各スタッフの勤務が公平となるように希望等を考慮したスケジュールを作成することである。人員シフト計画の作成においては作成者の負担を軽減するために様々な科学的・工学的手法が用いられている。例えば病院勤務の看護師を対象としたナース・スケジューリングは、必要人数に対する看護師の数も十分ではないことから非常に多くの制約が存在し、解くことが困難な組合せ問題として多くの研究がなされている。これに対し、飲食店においてはシフトに柔軟性をもたせるために非正社員を多く雇っており、人数制約に関してはナース・スケジューリングと比較し余裕がある。しかし、非正社員が数多く存在することにより、その希望勤務時間帯を考慮してスケジュールを作成することが必要であり、その調整が困難であると考えられる。さらにシフト計画を作成するうえで、顧客が満足できるように各時間帯に十分な従業員の確保が必要だけでなく、サービスの質を維持するために従業員が満足して勤務できる状態にしておくことが望ましい。その一方で、経営者の観点からは、支出を最小限に抑えるために顧客に十分なサービスが行き届く最少の従業員数で店舗を運営することが望ましい。以上のような従業員、顧客、店舗経営者が満足しているかを表す指標をそれぞれ従業員満足度、顧客満足度、経営者満足度とし、この3つの要素を合わせてサービス満足度と定義する。本研究ではサービス満足度の向上を目的とし、第一歩として従業員満足度と経営者満足度の向上にむけて、組合せオークションを用いた人員シフト計画手法の提案と検証を行う。これまでの取り組みでは、顧客満足度を各時間帯における勤務人数としていたが、ここでは、顧客満足度を各時間帯における従業員の能力値の総和と設定し、能力の必要値が満たされれば最低限の顧客満足が保証されるものとする。このように設定することで、顧客満足度に影響するサービスの質（接客・料理）をより具体的に表現することが可能となる。

ここで、組合せオークションによる人員シフト計画について対象システムの設定を示す。

本研究で対象とするのは、飲食店における非正社員のみとし、正社員の人数が不足している時間帯・勤務箇所に非正社員を補充することを目的としたシフト計画の作成とする。店舗営業時間は10時~25時の15時間とし、単位時間は1時間、計画期間は1週間とする。また、3か所の勤務箇所「ホール（接客）」、「厨房1（料理）」、「厨房2（料理）」があり、その各勤務箇所に各従業員は「高いレベルで業務可能」、「業務可能」、「業務不可能」の3段階の能力値があるものとする。

これは実現場において、新人はホールでの業務は業務可能だがそれ以外の箇所に関しては業務不可能であるのに対し、ベテラン従業員はすべての勤務箇所において高いレベルで業務可能といったことを表しており、能力値の違う従業員を組合せることによって、より良いシフト計画の作成が可能となるように設定した。実際の現場で行われている一般的なシフトの作成方法は、従業員が希望勤務シフトを店舗経営者に提出しそれを元に経営者はシフトを組むといった形式である。そこでモデル化を行う上で、各日の各時間帯について「勤務可能」、「不可能」、「勤務可能だができれば勤務をさげたい」、の3つの情報からなる希望勤務シフトを提出するものとする。「勤務可能だができれば勤務を避けたい」を導入した理由としては、実際の現場においてシフト作成者と従業員間において、ある時間帯における仕事量に対して従業員の数が足りず、希望勤務時間帯ではないが勤務してもらいたい場合、経営者と従業員の間の交渉の結果、希望勤務時間帯以外に勤務するといったことが起こり得るためである。また、店舗においては各時間帯の各勤務箇所における必要能力の制約が存在する。顧客にとって受けるサービスの質は従業員の能力値によって異なってくると考えられ、また実現場においては、従業員の数でシフト計画を作成せず、各時間帯にどの従業員がどの箇所で勤務をすれば店舗を運営する上で支障をきたさないか、という観点からシフト計画を作成されている。そこで、顧客満足度の制約を能力値の総和としたことで、以前のモデルで用いた勤務人数の制約と比較し、顧客満足度の表現が現実のサービス現場を反映したものとなったと考えられる。従業員は、勤務時間に関する上下限、勤務終了から次の勤務までに休まなければならない時間（連続勤務に関する制約）等の制約を有するものとする。

組合せオークションとは、価値に依存関係のある複数の品物（財）を同時にオークションの対象とし、複数の財の組み合わせに対する入札の中から入札値が最大となる入札の組合せに財を配分するオークションである。組合せオークションには、各入札者がどのように入札をするかを定める入札決定問題と、主催者がどのように財を配分するかを決定する勝者決定問題がある。入札決定問題は入札者の主観で入札が作成され、勝者決定問題では主催者の立場から入札の組み合わせが決定される。本研究では、入札を従業員、主催者を経営者、財を各従業員の勤務シフトとし、入札を効率よく作成するために入札決定問題の前段階として入札の評価値最大化問題を解く。入札の評価値最大化問題では、各従業員の希望勤務シフトから最も満足度の高い勤務シフト（以降この入札を評価値最大入札と呼ぶ）を作成することであり、これは従業員満足度最大化を意味する。その近傍から入札を作成し（入札作成問題）、勝者決定問題を解くことにより、一定の従業員満足度を維持したまま、経営者満足度を向上することが期待できる。このように、入札決定問題と勝者決定問題を目的の異なる主体が個別に解くという組合せオークションオークションの特徴に着目し、本研究対象であるサービス満足度向上という多目的構造の問題を解くことへの適用を試み、その有効性を計算機実験より確認する。ただし、本論文において顧客満足度は、簡便化のために、各時間帯の各勤務箇所に十分な能力が確保されているという制約条件として考慮する。

以下に、組合せオークションを適用した提案手法のアルゴリズムを以下に示す。

STEP1：入札値が最大となる入札を各従業員について作成する（入札の評価値最大化問題）。

STEP2：評価値最大入札の近傍で入札を作成。繰り返し回数が2回目以降なら前回の勝者決定問題において落札された入札の近傍で入札を作成する（入札決定問題）。

STEP3：目的関数最大となるように各従業員の入札の組合せ決定する（勝者決定問題）。

STEP4：規定回数に達していなければSTEP2へ、達していれば終了。

提案手法では、初めに評価値最大入札を作りその近傍を作成することによって定められた数の入札を作成し、勝者決定問題を解くことにより限定された探索範囲内の最適解を求める。規定回数に達するまで入札決定問題と勝者決定問題を繰り返し行い、2回目以降の入札決定問題では前回の勝者決定問題で落札された入札の近傍を作成する。本手法においてこのように入札決定問題と

勝者決定問題を複数回行うことは、実際の現場における経営者と従業員の交渉を意味する。提出された希望勤務シフトを組合せただけではある時間帯の最低能力値を確保できない場合、経営者はその時間帯が勤務希望ではないが出勤可能な従業員と交渉を行う。人員シフト計画を計算機で行う上で上記のような交渉という人的要素を取り入れるを試みる。

ここで、定式化に用いる記号の定義を示す。

$i=\{1,2,\dots,I\}$: 従業員番号

$d=\{1,2,\dots,D\}$: 計画期間 (日)

$t=\{1,2,\dots,T\}$: 計画期間 (時間)

$n=\{1,2,\dots,N\}$: 勤務回数

$p=\{1,2,\dots,P\}$: 勤務箇所

$j=\{1,2,\dots,J\}$: 入札番号

$c_{i,p} \in \{1,2,3\}$: 従業員 i の箇所 p における能力値

C_i^{\max} : 従業員 i の能力値の最大

$p_{i,j}$: 従業員 i の j 番目の入札値

P_i^{\max} : 従業員 i の評価値最大入札値

$S_{i,d,t} \in \{-1,0,1\}$: 従業員 i の d 日目の時刻 t における希望勤務シフト。「勤務可」なら 1, 「勤務不可」なら 0, 「勤務可能だができれば勤務を避けたい」なら -1

T_{\max} : 1 日の勤務時間の上限

T_{\min} : 1 日の勤務時間の下限

T_{rest} : 前の勤務から次の勤務までの必要時間

$N^{d,t,p}_{\min}$: d 日目の時刻 t における箇所 p での必要最少能力

L_{week} : 1 週間の合計の勤務時間の上限

at_n : n 回目の勤務開始時刻

bt_n : n 回目の勤務終了時刻

α : 閾値

$\tau_{i,d,t,p} \in \{0,1\}$: 従業員 i が d 日目の時刻 t における勤務箇所 p に勤務していれば 1, そうでなければ 0 (入札値最大化問題における決定変数)

$x_{i,j} \in \{0,1\}$: 従業員 i の j 番目の入札が選ばれれば 1, そうでなければ 0 (勝者決定問題の決定変数)

ここで、入札の評価値最大化問題は以下のように定式化できる。希望勤務シフトをもとに、各従業員について入札の評価値が最大となる入札を作成する。この問題を解くことにより、従業員満足度が最大となる入札を得ることができる。本問題における定式化は以下(1)~(7)式である。

$$\max \sum_{d=1}^D \sum_{t=1}^T \left\{ \max(S_{i,d,t}, 0) \sum_{p=1}^P c_{i,p} \tau_{i,d,t,p} + \min(S_{i,d,t}, 0) \sum_{p=1}^P \frac{c_i^{\max}}{c_{i,p}} \tau_{i,d,t,p} \right\} \quad (\forall i) \quad (1)$$

Subject to

$$T_{\min} \leq \sum_{t=1}^T \sum_{p=1}^P \tau_{i,d,t,p} \leq T_{\max} \quad (\forall i, \forall d) \quad (2)$$

$$at_{n+1} - bt_n \geq T_{rest} \quad (\forall n) \quad (3)$$

$$\sum_{d=1}^D \sum_{t=1}^T \sum_{p=1}^P \tau_{i,d,t,p} \leq L_{week} \quad (\forall i) \quad (4)$$

$$\sum_{p=1}^P \tau_{i,d,t,p} = 0 \quad (\text{if } S_{i,d,t} = 0) \quad (\forall i, \forall d, \forall t) \quad (5)$$

$$\sum_{p=1}^P \tau_{i,d,t,p} \leq 1 \quad (\forall i, \forall d, \forall t) \quad (6)$$

$$\tau_{i,d,t,p} \in \{0,1\} \quad (\forall i, \forall d, \forall t, \forall p) \quad (7)$$

決定変数は $\tau_{i,d,t,p}$ であり、 d 日目の時刻 t において勤務箇所 p に勤務すれば1、そうでなければ0となる。目的関数は(1)式であり、各従業員の勤務シフトが希望勤務シフトをどれだけ満たしているかを表しており、この値を最大化することにより従業員満足度が最大となる入札が求められる。また、それぞれの制約式は以下のとおりである。(2)式は1日の勤務時間に関する制約、(3)式は連続勤務に関する制約、(4)式は1週間の合計勤務時間に関する制約、(5)式は希望勤務シフトにおいて、勤務不可の時間帯には勤務ができない制約、(6)式は勤務箇所に関する制約である。本問題において、目的関数である従業員満足度は、「自分の希望した時間帯かつ業務が得意な箇所に入ることができれば満足度向上、希望でない時間帯でも業務が得意な箇所であればそれほど満足度は低下しない」という設定である。

次に入札決定問題の定式化を示す。まず、入札の評価値最大化問題で作成した評価値最大入札をもとに、その入札の近傍を作成する。2回目以降の近傍作成には、前回の勝者決定問題で選択された入札の近傍を作成する。入札の近傍の作成は以下の7パターンをランダムに選択する。

- i. 勤務を1時間早くから始める。(勤務時間1時間増加)
- ii. 勤務を1時間遅くまで行う。(勤務時間1時間増加)
- iii. 勤務を1時間遅くから始める。(勤務時間1時間減少)
- iv. 勤務を1時間早く終える。(勤務時間1時間減少)
- v. 1日分の勤務をなくす。(勤務時間減少)
- vi. 1日分勤務を増やす。(勤務時間増加)
- vii. ある日の勤務箇所を変更する。(勤務時間変化なし)

上記を行うのは、全体の勤務日のうち1日のみを対象とし、その勤務日はランダムに選択する。ただし入札を作成する際は、入札の評価値最大化問題の制約条件(2)~(7)式までを満たさなければならず、従業員満足度が低下しすぎることを防ぐため、新たな制約としてある一定以下の評価値にならないために(8)式を与える。v, vi, vii に関し選択する1日はランダムに決定する。

$$p_{i,j} \geq \alpha P_i^{\max} \quad (\forall i, \forall j) \quad (8)$$

次に、勝者決定問題は以下のとおり定式化される。まず、入札決定問題で従業員ごとに生成された入札から、目的関数が最小となる入札の組合せを決定する。入札の評価値最大化問題において従業員満足度が最大化され、入札決定問題でその近傍を作成し、閾値以上の評価値を持つ入札のみ選択したため、最低限の従業員満足度は満たされている。そのため、本問題における目的関数は、経営者満足度のみを考慮している。本問題における定式化は以下の通りである。

$$\min \quad \sum_{d=1}^D \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J x_{i,j} \sum_{p=1}^P \tau_{i,j,d,t,p} \quad (9)$$

Subject to

$$\sum_{j=1}^J x_{i,j} = 1 \quad (\forall i) \quad (10)$$

$$\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J x_{i,j} \tau_{i,j,d,t,p} c_{i,p} \geq N_i^{\max} \quad (\forall d, \forall t, \forall p) \quad (11)$$

$$x_{i,j} \in \{0,1\} \quad (\forall i, \forall j) \quad (12)$$

本問題における決定変数は $x_{i,j}$ であり、従業員 i の j 番目の入札を選択すれば 1、そうでなければ 0 を表す。目的関数は全従業員が勤務した総時間である。この値を最小化することによって各時間帯の必要最小人数に近い従業員の数で店舗を運営することができるので、経営者満足度が向上する。制約式は(10)~(12)式であり、それぞれ各時間帯における顧客満足度を維持するための従業員の必要最少人数を満たさなければならない。勝者決定問題において選ばれる入札は各従業員につき必ず 1 つ選ばなければならない、という制約を表す。

以降では、人員レイアウト設計に関する実験結果と考察を示す。まず、ここでの実験条件は、従業員 15、計画期間 7 日×15 日、入札数 50、組合せオークションの繰り返し回数 100 回、閾値 $\alpha=0.1$ として 計算機実験を行った。実験環境は以下のとおり。CPU: Intel(R) Xeon(R)CPU E5-1650 0 @ 3.20GHz, Memory: 8.00GByte. 入札の評価値最大化問題と勝者決定問題には、IBM 社の汎用ソルバー CPLEX12.3 を用いた。従業員の希望シフトの例として下図に従業員 1 ($i=1$) の希望勤務シフトを示す。また、計画期間を月曜日～日曜日の 7 日間とし、各日の昼食時、夕食時が繁忙時間帯と考え各時間帯の必要能力値を設定した。必要能力値の 1 部を下図に示す。この図における position は勤務場所を意味している。なお、提案手法において閾値は、入札決定問題における入札の作成範囲の大きさを意味する。本論文において、従業員の希望に比べ必要能力値が低い、つまり経営者満足度（最少人数での営業）を満たすためには従業員の希望の勤務時間を確保できない、という状況を想定している。

	10:00~11:00	11:00~12:00	12:00~13:00	13:00~14:00	14:00~15:00	15:00~16:00	16:00~17:00	17:00~18:00	18:00~19:00	19:00~20:00	20:00~21:00	21:00~22:00	22:00~23:00	23:00~24:00	24:00~25:00
Monday	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	-1	-1	-1
Tuesday	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	-1	-1	0
Wednesday	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Thursday	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Friday	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	-1	-1
Saturday	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sunday	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1

希望シフト（従業員 1）

	10:00~11:00			11:00~12:00			12:00~13:00			13:00~14:00			14:00~15:00			15:00~16:00			16:00~17:00		
position	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Monday	1	1	1	1	2	2	4	3	2	4	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Tuesday	1	1	1	1	2	2	4	3	2	4	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Wednesday	1	1	1	1	2	2	4	3	2	4	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Thursday	1	1	1	1	2	2	4	3	2	4	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Friday	1	1	1	1	2	2	6	4	3	6	4	3	3	3	2	3	3	2	3	3	2
Saturday	1	1	1	1	2	2	6	4	3	6	4	3	3	3	2	3	3	2	3	3	2
Sunday	1	1	1	1	2	2	6	4	3	6	4	3	3	3	2	3	3	2	3	3	2

場所別の要求能力

次に、以降では実験結果を示す。

入札の評価値最大化問題の実験結果を下表に示す．目的関数は従業員満足度であり，各従業員においてこの値が，希望シフトが満たされている最大満足度である．また本実験に要した計算時間は 1.5(sec)であった．

入札値（従業員満足度）

Employee	Bid Value	Employee	Bid Value
1	90	11	56
2	54	12	90
3	63	13	105
4	87	14	120
5	90	15	120
6	105	16	80
7	42	17	120
8	72	18	75
9	22	19	90
10	90	20	90

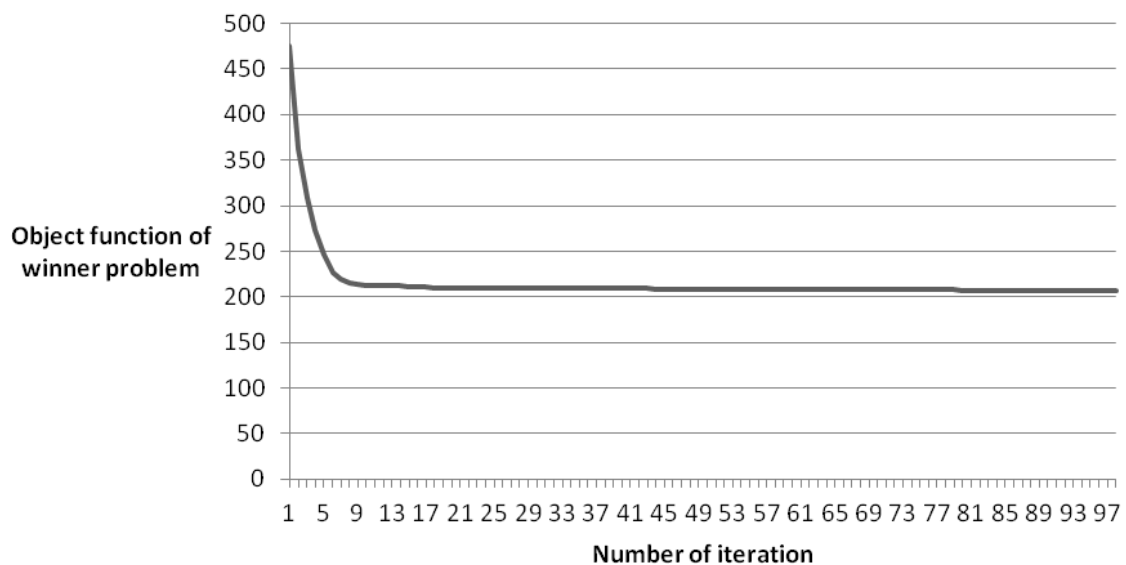
次に勝者決定問題の結果に関し計算時間は 59.2(sec)であり，繰り返し数が 82 回目で目的関数値が 207 となり，収束した．下表は繰り返し数 100 回目で勝者決定問題において落札された各従業員の入札の評価値である．

勝者決定問題における最終の入札評価値

Employee	Bid Value	Employee	Bid Value
1	9	11	23
2	12	12	9
3	10	13	20
4	28	14	29
5	31	15	62
6	23	16	8
7	9	17	21
8	8	18	26
9	6	19	20
10	21	20	39

以上の結果より，評価値最大入札の評価値と勝者決定問題において最終的に落札された入札の評価値を比較すると，すべての従業員において値が小さくなっていることが分かる．これは，入札決定問題において閾値を 0.1 としたために，経営者側により重点が置かれ従業員満足度の低下を許したためであると考えられる．そのため，経営者満足度を意味する勝者決定問題における目的関数値は小さい値となっている．また，従業員ごとに入札の評価値の低下度にはばらつきがあった．本実験において必要能力値を従業員数に対して小さい値で設定したため，多くの従業員は

希望したが勤務に入れず，従業員満足度が低下したと考えられる．従業員満足度が大きく低下しなかった従業員は，他の従業員が勤務希望しない時間帯に勤務希望をしたため，その時間帯で優先的に勤務することができたと考えられる．さらに，勝者決定問題の推移を下図に示す．このグラフより目的関数は繰り返し回数とともに減少していき収束していることがわかる．これは実現場において従業員と経営者の交渉によってシフトが決定されることを表現しており，はじめの方は従業員満足度が高く，経営者満足度が低い解が選ばれているが最終的に経営者満足度が高く従業員満足度が低い解になっている．



目的関数値の推移

次に，従業員満足度が大きく低下した従業員とそうでない従業員を比較するために，次の2つの図に従業員満足度があまり低下しなかった一例として従業員 15，大きく低下した例として従業員 8 の勤務シフトを表している．

	10:00 ~ 11:00	11:00 ~ 12:00	12:00 ~ 13:00	13:00 ~ 14:00	14:00 ~ 15:00	15:00 ~ 16:00	16:00 ~ 17:00	17:00 ~ 18:00	18:00 ~ 19:00	19:00 ~ 20:00	20:00 ~ 21:00	21:00 ~ 22:00	22:00 ~ 23:00	23:00 ~ 24:00	24:00 ~ 25:00
Monday	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0
Tuesday	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	0	0
Wednesday	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	0	0
Thursday	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	0	0
Friday	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	0	0
Saturday	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	0	0
Sunday	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	0	0

作業員 1 5

	10:00 ～ 11:00	11:00 ～ 12:00	12:00 ～ 13:00	13:00 ～ 14:00	14:00 ～ 15:00	15:00 ～ 16:00	16:00 ～ 17:00	17:00 ～ 18:00	18:00 ～ 19:00	19:00 ～ 20:00	20:00 ～ 21:00	21:00 ～ 22:00	22:00 ～ 23:00	23:00 ～ 24:00	24:00 ～ 25:00
Monday	0	0	0	0	0	0	-1	-1	1	1	1	1	1	1	-1
Tuesday	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Wednesday	0	0	0	0	0	0	0	-1	1	1	1	1	1	1	1
Thursday	0	0	0	0	0	0	0	-1	1	1	1	1	1	1	1
Friday	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Saturday	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sunday	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

作業者 8

従業員 15 と 8 に関する能力はそれぞれ $c_{15,p}=[3, 2, 2]$, $c_{15,p}=[2, 1, 2]$ である。図中の数字は各時間帯の希望シフトを表しており、赤く色付けされた時間帯が実際の勤務シフトである。従業員 15 は月曜日の 12 時から 14 時までの勤務と、日曜日の 21 時から 22 時の勤務において「勤務可能であるができれば勤務を避けたい」箇所に勤務が入っている。これはその時間帯における必要能力の最小値（勝者決定問題における制約）を満たすために勤務に入ったと考えられる。他の従業員も同時時間帯に関しては勤務可能でないが、能力値の高い従業員 15 が選ばれたと考えられる。さらに、従業員 15 の希望勤務シフトの「勤務可能」の時間帯は、他の従業員が入れない時間帯と重なっていることが多く、結果的に希望通りの時間帯に多く入ることができたため、従業員満足度があまり低下しなかった。それに対し、従業員 8 は希望勤務シフトにおける「勤務可能」の時間帯が他の従業員と同じ時間帯に重なっていることが多いため、勤務がなくなったと考えられる。また、従業員 15 と比較し、能力値が低いため、従業員が足りない時間帯でも勤務が入ることがない。そのため、満足度最大入札の評価値に対し、最終的に落札された入札の評価値が低下したものと考えられる。また以前のモデルと比較した際に、勤務場所と従業員の能力を考慮することによって、サービスの質をより高いレベルで提供できるように、能力の高い従業員から選択するという実際の経営者の考えに沿ってシフト計画を作成することができた。

以上、ここでは、組合オークションによる人員シフト計画手法に関する取組みについて述べた。シフト計画者にとっては複雑で多大な時間を要するシフト計画の作成を、短時間で求めることができた。また、勤務する従業員の能力値が足りない場合、その時間帯に勤務していない従業員に頼み、勤務に入ってもらおうといった現場での経営者と従業員の交渉を模したものとなっていることが分かった。さらに、勤務箇所による能力値を考慮したため、能力の高い人間が優先して従業員の足りない時間帯に勤務が入り、サービスの質の維持が可能となった。

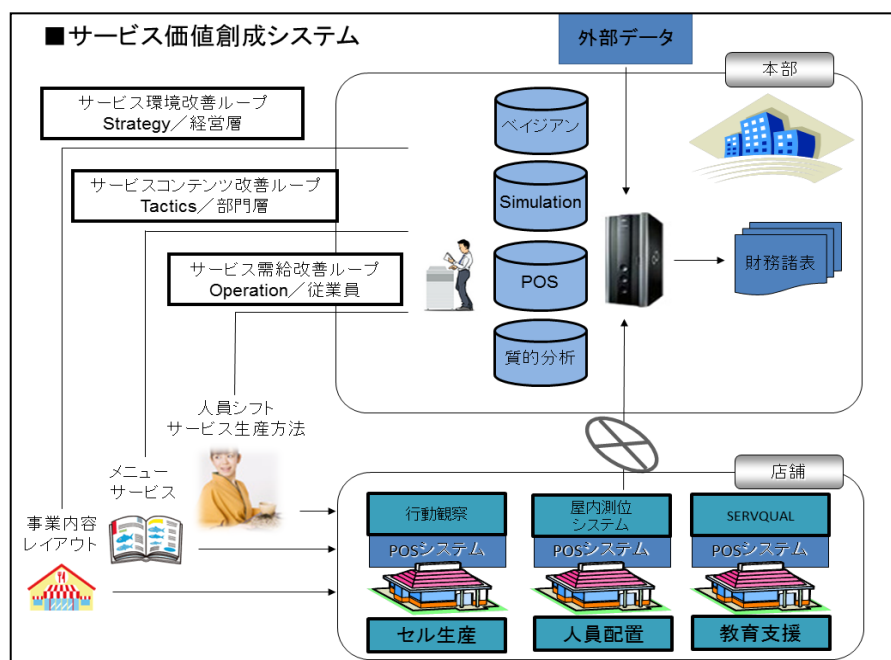
今後の課題として、サービス提供・消費論との連携を図り、実データで提案手法の有効性を確認する必要がある。また、同時時間帯勤務の他従業員との相性や、給与等の従業員満足度も考慮に入れる必要がある。さらに、今回の実験では制約条件である必要能力値を低く設定したが、従業員の人数に対して必要能力値が高い（従業員数が足りない）という想定で実験を行う必要がある。

（3）実施項目 3：サービス価値創成システムの構築

本研究は、サービスの同時性という特性が顕著に現れる労働集約型サービス産業において、需要変動に対応して投入労働量を弾力的に投入することで投入労働量のロスを最小化することので

きるレイアウト設計が主たる目的である。このようなアプローチによって労働生産性が向上し、MSが向上することは可能であると思われるが、サービス品質にとって重要な要素であるESを改善するとともにサービスの付加価値を最大化することが求められる。また、MS向上（投入労働量の最小化）およびES向上（サービス品質の最大化）によって顧客満足が向上し、持続可能なサービス生産性向上を実現する循環構造を創出することが求められる。

ここで下図に、サービス科学で開発されたシステムをマネジメントサイクルに組み込み、経営者、部門管理者、サービス提供現場の各階層においてサービスを持続的改善するためのサービス価値創成システムの概念を示す。



サービス価値創成システムの概念図

この図に示される様に、サービス価値創成システムは3つのループで構成される。第1のループは、日々変動する需要に合わせて最適な労働投入量を決定するためのサービス需給改善ループである。労働集約型対面サービス産業では、サービスを提供するための適正従業員数の配置がサービス品質、顧客満足度の向上にとって重要な要因となる。そのため、POSデータを元に顧客の需要予測をおこない、最適投入労働量のシミュレーションをもとに継続的に人員シフトの改善を実施することで、機会ロス削減と顧客満足との両立を図る。このループは1日単位の短期的情報循環であるとともに、店長など現場管理者の業務改善ループである。

第2のループは、顧客嗜好分析にもとに、顧客ニーズに適合したサービスや商品进行設計するためのサービスコンテンツ改善ループである。顧客の嗜好は人によって異なるだけでなく、同一顧客であってもサービス利用状況や同伴者によっても異なる。そのため、POSデータの定量分析だけでなく、ベイジアンネットワークなどを活用した非正規的・非線形な顧客分析やインタビューやアンケート、CCEなどの質的分析をもとにサービス、商品設計をおこなう。このループは数か月ないし1年単位の中期的情報循環であるとともに、商品企画部長など部門長の業務改善ループである。

第3のループは、長期的な来店顧客やサービス形態の変化に応じてビジネスモデルや設備などのサービスのファンダメンタルズ自体を変更するためのサービス環境改善ループである。新規サ

ービスの出現や顧客の経験によるサービス価値の陳腐化，商圈人口の変動に伴う来店客数の減少など，ビジネスモデル自体を変更する必要性が生じることがある．そこで，長期間にわたる来店客数や購買データなどの内部データ，経済環境なコーザルデータから当該ビジネスモデルの KPI を求め，サービス再設計を行うとともに，内部に蓄積されたビッグデータをもとにシミュレーションを実施し，設備レイアウトの変更を行い，顧客満足と生産性向上との両立を図る．このループは数年ないしは 10 年単位の長期的情報循環であるとともに，CEO, COO など経営者の業務改善ループである．

ここで，昨年度の研究結果を見ても，設備レイアウト改善はたしかに従業員の稼働率を向上させるが，同時に疲労も蓄積することが確認されている．また，稼働率向上によって料理の生産量は増加するものの，賃金改善などの処遇策が明示されない場合，長期間にわたる作業改善へのインセンティブが働かず，ES 向上が実現しないことが確認されている．加えて，投入労働力の弾力性向上を実現するための多能工化も，賃金アップや昇格などの処遇がないため，技術向上の意欲がわからないことが確認されている．

一方，今年度実施したアンケート結果（結果は後述）をみると，多能工化を目指した多様な技術習得に興味を持っている従業員が多いこと，顧客満足向上に対する意欲の高い従業員が多いことも確認されている．つまり，単に MS 向上を目的としたサービス提供現場改善の場合は長期的な ES 向上は望めないが，人事制度や教育制度の拡充，CS 計測によるサービス改善の従業員へのフィードバックといった経営システムを統合的に導入することで，CS, ES, MS をスパイラルアップさせることが可能であることを示している．

以降では，本年度実施した従業員へのアンケートについて，その概要を報告する．

本年度はパイロット店舗を対象に，厨房の職人やフロア従業員にヒアリングを実施した．また，パイロット店舗を含む合計 6 店舗 128 名に従業員アンケートを行い，従業員満足度や顧客満足度に対する各従業員の主観的な評価を調査・解析し対象パイロット店舗における有効性の確認を行った．翌年度は，フロア・人員レイアウト変更前後の検証として，新たな店舗を選択して従業員満足度の変化を調査・解析し，効果検証を行う予定である．そこではフロア・人員レイアウト変更に伴う多能工導入に向けてスキルアップに準じた時給システムの導入を予定している．本年度調査した従業員アンケートデータを改善前のデータとして，レイアウト変更後の効果検証を行う．

従業員アンケート概要

従業員アンケートは，性別や年齢，及び担当業務や勤続年数等の属性を答える項目と，以下に示す Q.1 から Q.8 の大項目からなる合計 54 問の質問項目で構成される．回答は，最も当てはまる気持ちを答える 6 段階評価と，自由記述がある．アンケートの全体を付録 A に示す．

- Q1. 仕事や職場に対する気持ち
- Q2. 提供品質・仕事のしやすさ・効率性
- Q3. 上長に対する気持ち
- Q4. 職場における決まりごとや考え方
- Q5, Q6. 従業員研修や教育
- Q7. 仕事に対する意識やモチベーション
- Q8. 多能工への興味

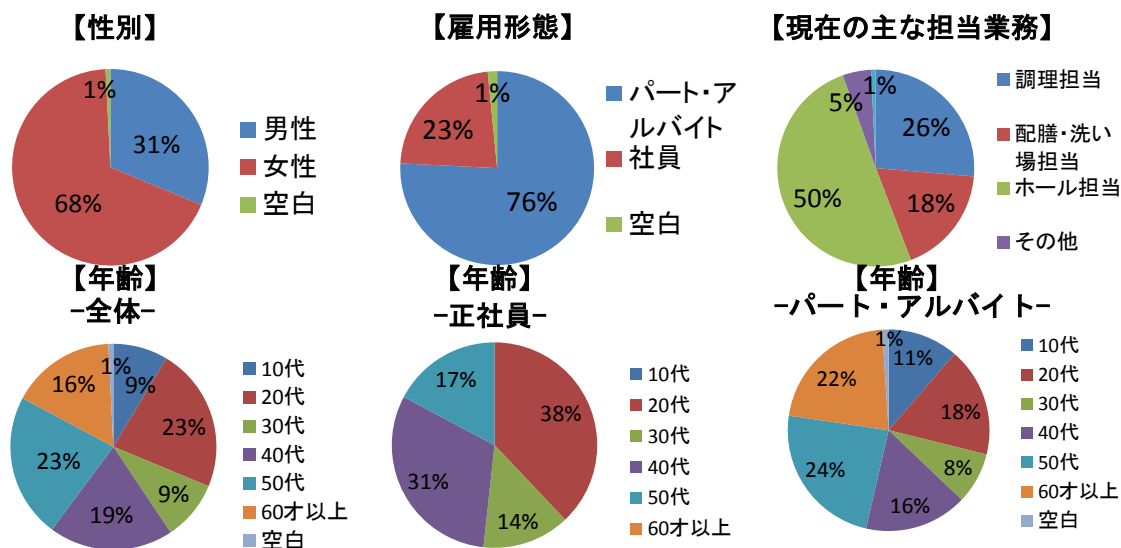
調査対象

調査対象は，がんこフードサービス株式会社の和食事業店舗に勤める従業員であり，正社員及びパート・アルバイト両方を対象とした．担当業務は調理担当，配膳・洗い場担当，ホール担当

と店舗業務全体である。合計 6 店舗 128 名から回答を得た。

従業員アンケート回答者数内訳

店舗名	回答者数
A 店	35
B 店	18
C 店	27
D 店	14
E 店	15
F 店	19
合計	128



従業員アンケート回答者属性

従業員アンケート回答者属性（勤続年数）

勤続年数	現在の店舗 における勤続年数	企業における トータルでの勤続年数
～1 年	22 %	14 %
1 年 1 ヶ月～2 年	21 %	13 %
2 年 1 ヶ月～3 年	6 %	3 %
3 年 1 ヶ月～4 年	9 %	9 %
4 年 1 ヶ月～5 年	6 %	3 %
5 年 1 ヶ月～6 年	7 %	9 %
6 年 1 ヶ月～7 年	5 %	5 %
7 年 1 ヶ月～8 年	5 %	5 %
8 年 1 ヶ月～9 年	3 %	4 %
9 年 1 ヶ月～10 年	4 %	7 %
10 年 1 ヶ月～	11 %	24 %

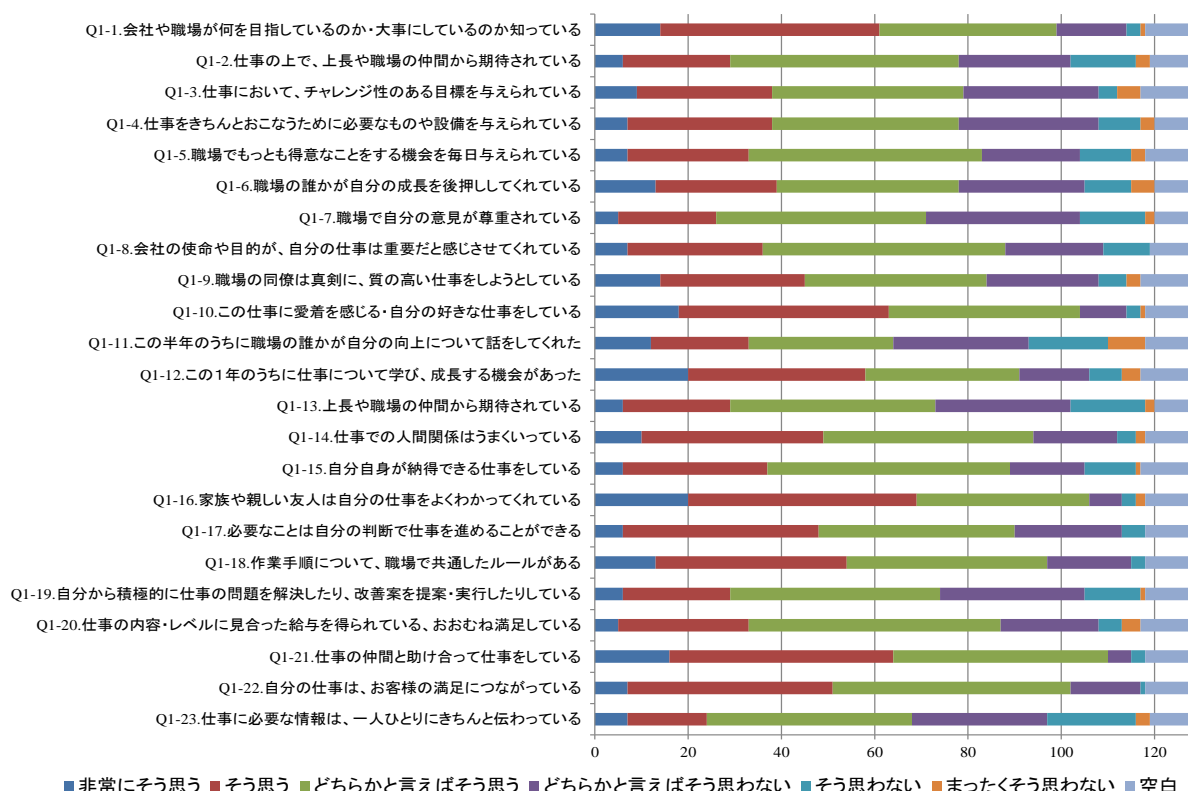
無回答	1 %	4 %
-----	-----	-----

上の図と表に調査対象の属性を示す。雇用形態は、パート・アルバイトが 76%に対して、正社員が 23%である。性別は女性の方が多く、男性が 31%、女性が 68%であった。年齢は、各年代に広く分散しており、10 代が 9%、20 代が 23%、30 代が 9%、40 代が 19%、50 代が 23%、60 代が 16%である。年齢を雇用形態別に見ると、正社員では 10 代が存在しない分 20 代と 40 代が多くなっている。他方で、パート・アルバイトは 10 代から 60 代までほぼバランス良く分布している。現在の主な担当業務は、調理担当が 26%、配膳・洗い場担当が 18%、ホール担当が 50%であった。これらの属性構成は、がんこフードサービス株式会社の店舗全体の構成とおよそ一致している。現在の店舗における勤続年数は、1 年以下、次いで 2 年以下が最も多い。ただし 3 年 1 ヶ月以上も幅広く存在し、10 年 1 ヶ月を超える長期勤続者が 11%であった。企業におけるトータルの勤続年数では、最も多いのが 10 年 1 ヶ月以上であり 24%を占める。次いで、1 年以下、1 年 1 ヶ月以上 2 年以下である。

アンケート結果

ここでは、まず回答者全体の結果を説明する。まず、「Q1. 仕事や職場に対する気持ち」のアンケート結果を次に示す。

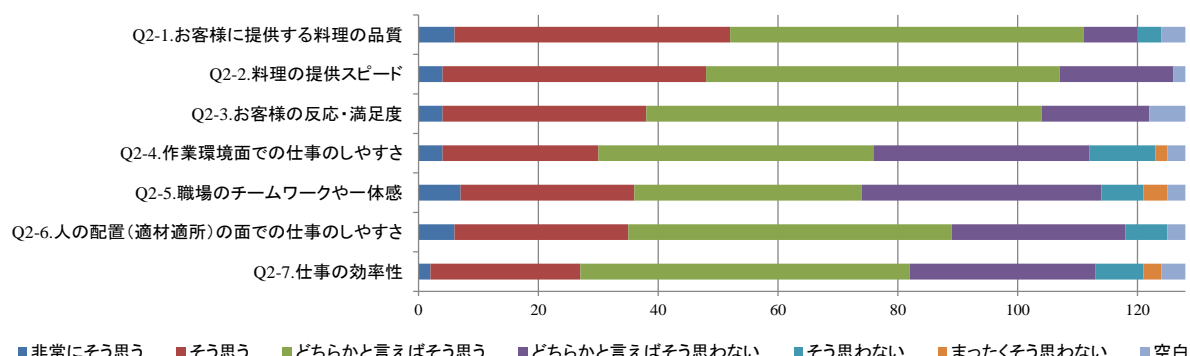
回答は、6 段階評価であり自分の気持ちに当てはまる項目を選択する形式である。上図の棒グラフは、左から非常にそう思う、そう思う、どちらかと言えばそう思う、どちらかと言えばそう思わない、そう思わない、まったくそう思わない、空白（回答無）の順で示される。



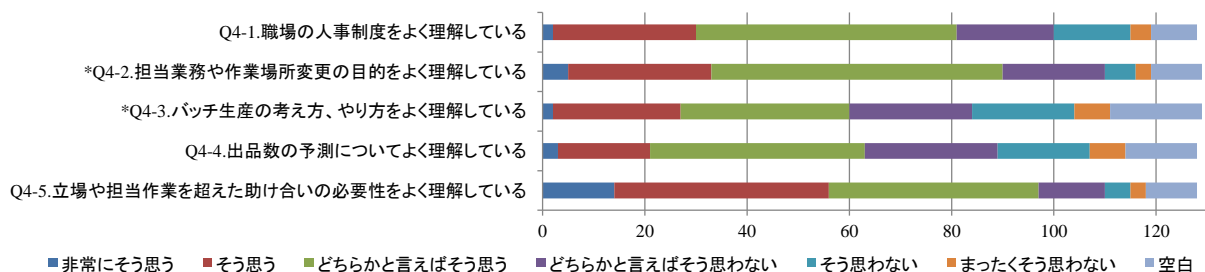
Q1.では、全体的に「どちらかと言えばそう思う」を含むポジティブな回答が得られ、仕事や職場に対する気持ちは前向きな傾向であった。従業員満足度を直接的に表すと考えられる「Q1-10. この仕事に愛着を感じる・自分の好きな仕事をしている」では、「非常にそう思う」及び「そう思う」の合計が 49.2%,「どちらかと言えばそう思う」を含めると 81.2%と高い値であった。成長(Q1-3.,

Q1-6. , Q1-12.) 及び期待 (Q1-2. , Q1-13.) に関する項目や、自主性 (Q1-7. , Q1-17., Q1-19.) に関する項目でも中程度を含むポジティブな結果が確認された。また、「Q1-1. 会社や職場が何を目標しているのか・大事にしているのか知っている」の結果では、「非常にそう思う」、「そう思う」及び「どちらかと言えばそう思う」の合計が 53.1%を占め過半数を越え、会社の理念や方針に対する理解が高い結果が確認された。パート・アルバイトが 76%を占める従業員構成に関わらず、理念や方針がよく浸透している結果であると考えられる。

次に、「Q2. 提供品質・仕事のしやすさ・効率性」の結果を示す。「どちらかと言えばそう思う」の中程度の回答が多い結果であった。「Q2-4. 作業環境面での仕事のしやすさ」、「Q2-6. 人の配置 (適材適所) 面での仕事のしやすさ」及び「Q2-7. 仕事の効率性」では、「どちらかと言えばそう思う」と「どちらかと言えばそう思わない」の回答が多かった。これらは、仕事の効率ややりやすさを示す項目であり、人員・フロアレイアウト変更後のデータの変化を確認したい。

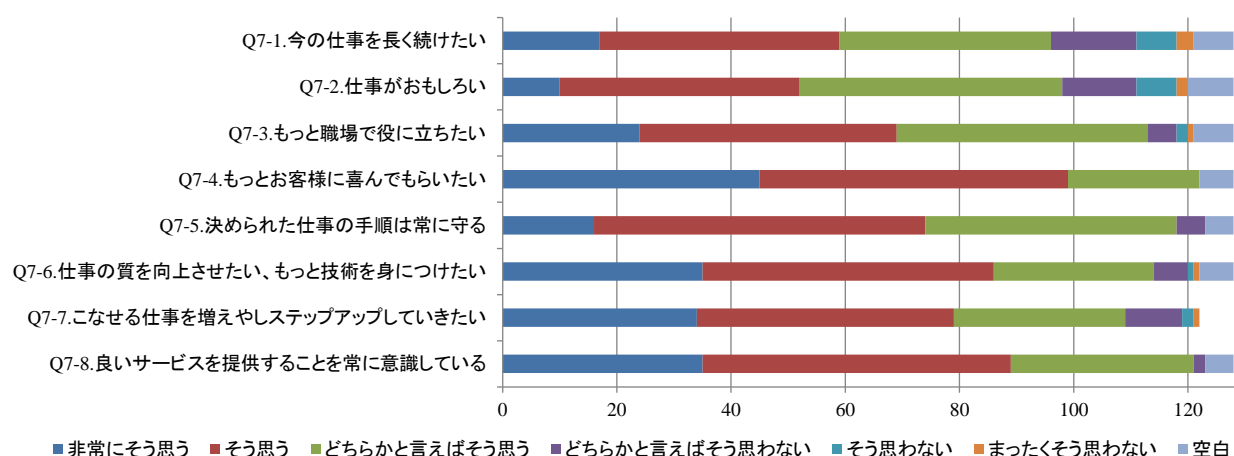


「Q4. 職場における決まりごとや考え方」の結果を次に示す。「Q4-3. バッチ生産の考え方、やり方をよく理解している」及び「Q4-4. 出品数予測について理解している」において中程度を含むネガティブな回答が約半数得られた。効率性を高める施策であるバッチ生産に対する理解は、多能工導入を含む人員・フロアレイアウト変更後に施策の目的や効果を理解することによってポジティブな回答が増加することが望まれる。また、出品数予測は需要予測の重要性理解につながる項目であり、Q4-3.と同様に、施策実施後に理解が深まりポジティブな回答が増加することが期待される。「Q4-2. 担当業務や作業場所変更の目的をよく理解している」では、中程度を含むポジティブな回答が多く確認された。加えて「Q4-5. 立場や担当作業を超えた助け合いの必要性をよく理解している」では、「非常にそう思う」及び「そう思う」が全体の 76%を占めた。助け合いの必要性和担当業務や作業場所変更の目的の理解の高さは、多能工導入時の需要変動に対する担当場所変更の重要性の理解につながると考えられる。



「Q7. 仕事に対する意識やモチベーション」の結果を次に示す。全体的に中程度を含むポジティブな回答が多かった。「Q7-1. 仕事を長く続けたい」及び「Q7-2. 仕事がおもしろい」は従業員満足度に直結する設問であると考えられるが、「非常にそう思う」及び「そう思う」が Q7-1.では 46%, Q7-2.では 41%, 「どちらかと言えばそう思う」を含めると Q7-1.では 75%, Q7-2.では 77%を占めた。また「Q7-4. もっとお客様に喜んでもらいたい」は、「非常にそう思う」及び「そう思

う」が 77%,「どちらかと言えばそう思う」を含めると 95%と高い値であった。本設問は、高い従業員満足度が顧客満足度を高める様を表す質問項目として捉えられる可能性があり、人員・フロアレイアウト変更施策実施後の変化を分析したい。加えて、「Q7-6.仕事の質を向上させたい。もっと技術を身につけたい」及び「Q7-7.こなせる仕事を増やしステップアップしたい」でもポジティブな回答が多かった。Q7-6.では 67%, Q7-7.では 65%,「どちらかと言えばそう思う」を含めると Q7-6.では 89%, Q7-7.では 89%を占めた。多能工導入に際して必要であると考えられる、複数の技能を身に付けることに対する高いモチベーションが確認できた。



多能工への興味に関して「Q8. 店での勤務内容として、A：一つの作業内容だけを受け持つタイプ、B：スキルを身に付けて一人で複数の異なる作業をおこなうタイプの2つのタイプを設定した場合、あなたは、Bタイプ（スキルを身に付けて一人で複数の異なる作業をおこなう）にどのくらい関心があるか」を質問した結果を表3に示す。

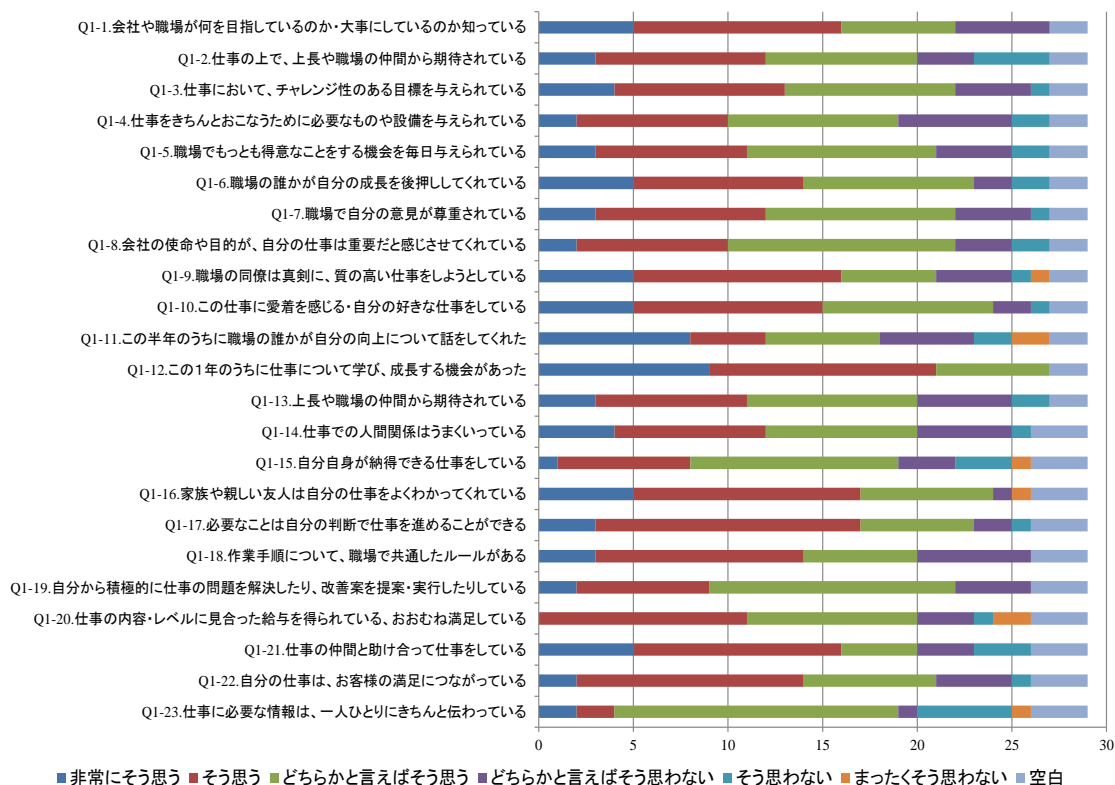
下表より、「ぜひやってみたい」、「やってみたい」が約半数の45%を占め、「どちらかと言えばやってみたい」を含めると74%にのぼった。一方、「どちらかと言えばやってみたくない」は11%だったものの、「やってみたくない」及び「まったくやってみたくない」は合計2%と少なく、多能工導入に対して強い拒否反応を示す従業員は少ないことが確認できた。翌年度に予定しているセル生産による多能工導入を伴う人員・フロアレイアウト変更施策を受け入れる土壌として従業員の高い関心が確認できた。

Bタイプ（多能工）への興味	
選択肢	回答
ぜひやってみたい	14 %
やってみたい	31 %
どちらかと言えばやってみたい	29 %
どちらかと言えばやってみたくない	11 %
やってみたくない	1 %
まったくやってみたくない	1 %
無回答	10 %

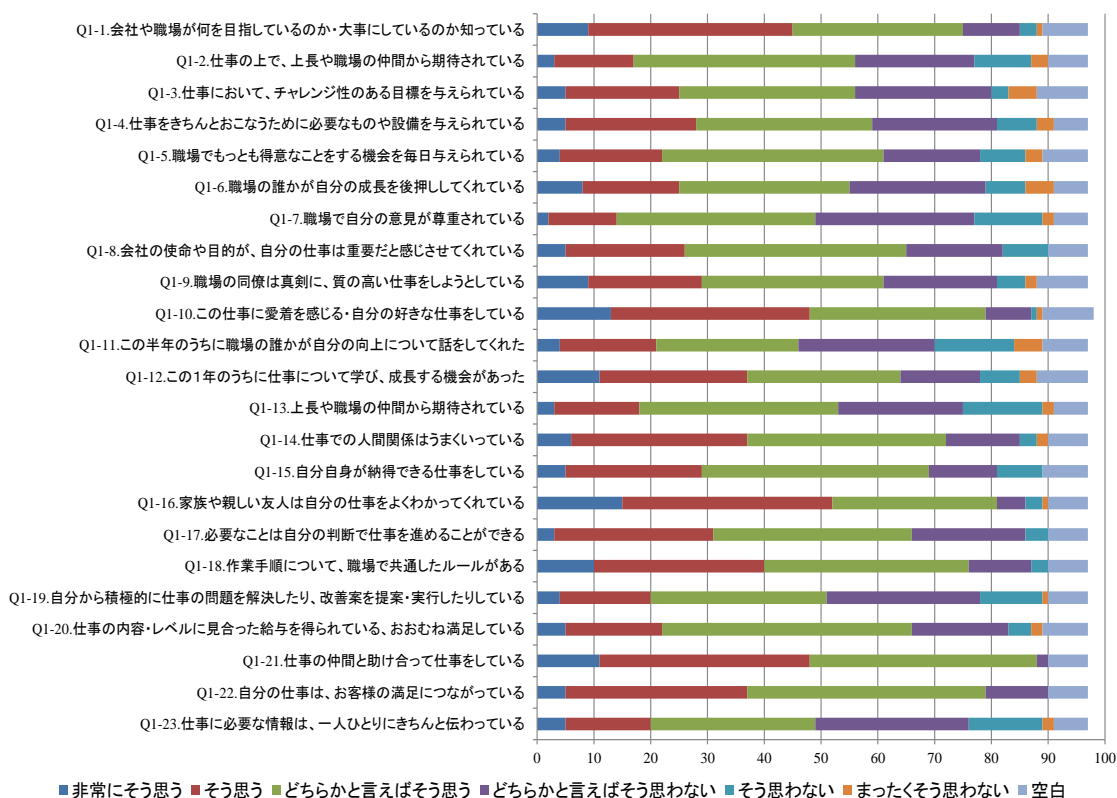
雇用形態別

以降では、正社員及びパート・アルバイトの雇用形態別で集計した結果を述べる。「Q1. 仕事や職場に対する気持ち」のアンケート結果を次に示す。

【正社員】



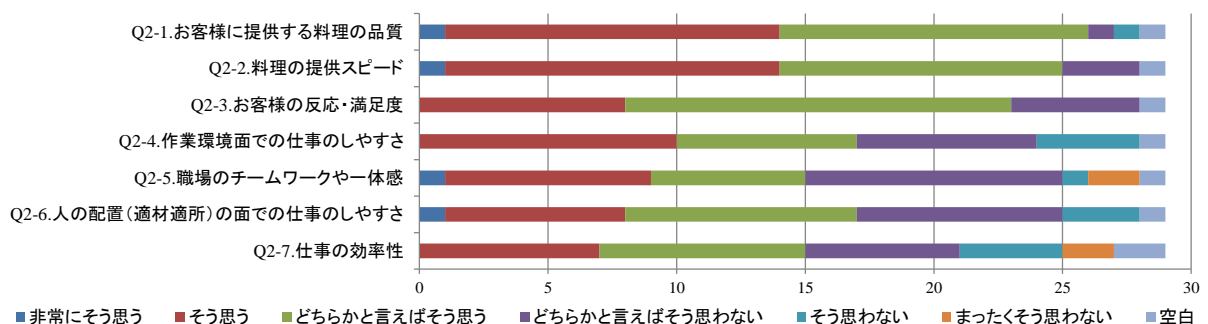
【パート・アルバイト】



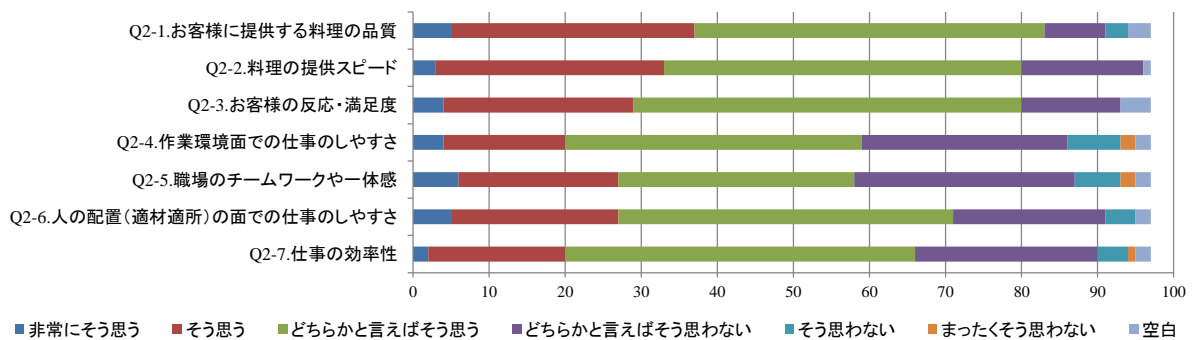
全体として中程度「どちらかと言えばそう思う」を含むポジティブな回答が多いことは全体の傾向と変わらないが、正社員の方がパート・アルバイトよりポジティブな回答が多かった。特に、成長（Q1-12.）や、自主性（Q1-17.）に関する項目では、パート・アルバイトと比較すると、より正社員にポジティブな回答が多い結果であった。

次に、「Q2. 提供品質・仕事のしやすさ・効率性」の結果を示す。パート・アルバイトより正社員の方がポジティブな回答が多かった。ただし、「Q2-5. 職場のチームワークや一体感」及び「Q2-7. 仕事の効率性」に関しては、正社員よりもパート・アルバイトの方が中程度を含むポジティブな回答が多く雇用形態別の違いが見受けられた。

【正社員】

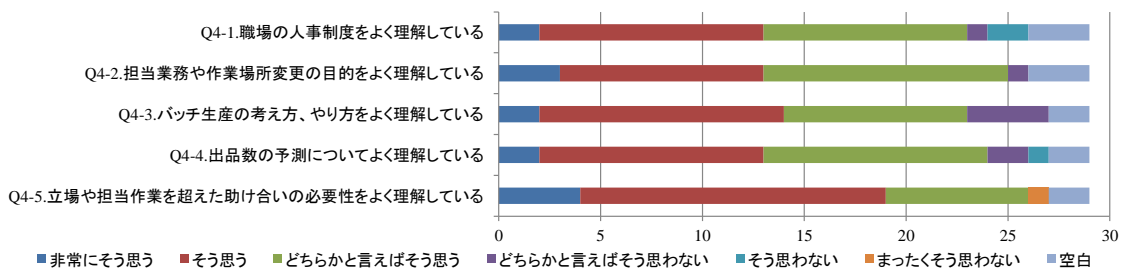


【パート・アルバイト】

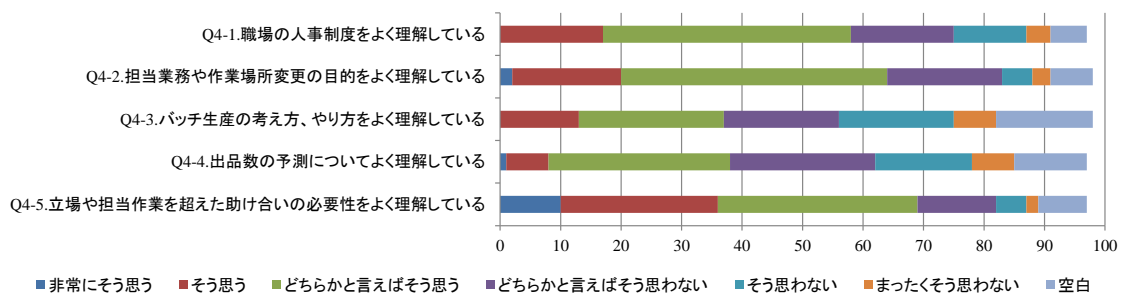


「Q4. 職場における決まりごとや考え方」の結果を次に示す。総じて正社員の方がパート・アルバイトよりも理解が高く、ポジティブな回答が多い結果であった。特に、「Q5-1. 立場や担当作業を超えた助け合いの必要性をよく理解している」では、正社員に強いポジティブな回答がより多く確認された。また、全体の結果において「Q4-3. バッチ生産の考え方、やり方をよく理解している」及び「Q4-4. 出品数予測について理解している」に対して中程度を含むネガティブな回答が約半数であったが、ネガティブな回答の多くはパート・アルバイトであることが確認された。

【正社員】



【パート・アルバイト】



次に、多能工への興味に対する Q8. の結果を表 7 に示す。パート・アルバイトと比較して、正社員においてより多くのポジティブな回答が得られた。正社員は、「ぜひやってみよう」が 44%、「やってみよう」が 27%であり、合計すると 71%が強い興味を示している。ネガティブな回答は、中程度の「どちらかと言えばやってみたくない」3%のみであった。一方、パート・アルバイトでは中程度を含むポジティブな回答が 65%であったが、「どちらかと言えばやってみたくない」も 15%存在し、雇用形態の違いにより意識に差があることが確認された。多能工は段階的に導入することが予定されているが、雇用形態の違いを考慮した説明や訓練が必要であると考えられる。

【雇用形態別】Bタイプ（多能工）への興味

選択肢	正社員	パート・アルバイト
ぜひやってみたい	44 %	9 %
やってみたい	27 %	17 %
どちらかと言えばやってみたい	20 %	39 %
どちらかと言えばやってみたいくない	3 %	15 %
やってみたいくない	0 %	1 %
まったくやってみたいくない	0 %	2 %
無回答	3 %	14 %

アンケート結果のまとめ

ここでは、平成25年度に実施した従業員ヒアリング及びアンケートの概要及び、アンケート結果について述べた。従業員ヒアリングでは、パイロット店を対象に、厨房の職人やフロア従業員にヒアリングを実施した。従業員アンケートでは、パイロット店舗を含む合計6店舗128名を対象に従業員満足度や顧客満足度に対する各従業員の主観的な評価を調査・解析し、対象パイロット店舗における有効性の確認を行った。結果、従業員アンケートでは、仕事に対する意識やモチベーションについて中程度を含むポジティブな回答が得られ、全体的に意識やモチベーションは高い傾向であることを確認した。提供品質や仕事のしやすさに関する項目では、中程度の回答が多かった。本設問は、翌年度に予定している人員・フロアレイアウト施策導入後に変化が現れる項目であると予想される。多能工への興味は中程度を含むポジティブな回答が多く74%にのぼった。ただし、雇用形態別の比較では正社員の方がポジティブな回答が多く、パート・アルバイトとの間で意識の差が確認された。

翌年度は、本年度調査・解析を行ったフロア・人員レイアウト変更前の結果に対して、変更後の検証として、フロア・人員レイアウト変更に伴う多能工導入に向けてスキルアップに準じた時給システムの導入を予定している別店舗を新たなパイロット店舗として設定し、従業員満足度の変化を調査・解析し、効果検証を行う予定である。

（４）実施項目４：共創的デザインに基づくサービスモデルの構築

本プロジェクトで対象として取り上げた外食産業における取組みは、決してレストラン固有のものではなく、有形財を提供する旅館や中食、レンタル業といった他のサービス産業にも展開可能である。さらに、これからは、優れたモノを製造し販売するという交換価値よりも、むしろ製品を顧客が使用する段階における使用価値に注目し、その価値創造の追求が求められている製造業にも同様のアプローチの実践が重要な課題となっている。

そこで、本プロジェクトで提案する共創的デザインのコンセプトに基づいた環境変動適応型サービスモデルの汎化や製造業への横展開を目的に、精密工学会総合生産システム専門委員会内にある製造業を中心とした複数の企業メンバーを含んだサービス生産システム小委員会と連携をとりながら、この実践を試みた。そこに参加する多くの製造業に対しても随時ヒアリングや技術交換を行い、コンセプトメイキングを実施し、その成果を第二回サービス生産システムシンポジウムにて報告した。以下に、本シンポジウムの概要と、参加者のアンケート結果について記載する。

第2回サービス生産システムシンポジウムについて

2014年3月11日に、神戸大学梅田インテリジェントラボラトリにて第2回サービス生産システムが開催された。本シンポジウムは、JST/RISTEX「共創的デザインによる環境変動適応型サ

ービスモデルの構築プロジェクト」主催で行われ、2011 年 3 月に続き今回で第 2 回目である。産業技術総合技術研究所 サービス工学研究センター センター長の持丸氏を招待講演にお招きし、一般講演では、企業及び学術界から計 3 件の講演が行われた。天候の良い中、約 60 名の聴衆が参加し、講演後の質疑では活発な議論が行われた。

1. シンポジウム開催概要

日時：2014年3月11日（火） 13:30～17:00

場所：神戸大学梅田インテリジェントラボラトリ

主催：JST／RISTEX

「共創的デザインによる環境変動適応型サービスモデルの構築プロジェクト」

共催：公益社団法人精密工学会 総合生産システム専門委員会（IMS）

協賛：システム制御情報学会 サステイナブル・フレキシブル・オートメーション（SFA）

研究分科会

神戸大学自然科学系先端融合研究環 知的精密生産重点研究チーム

公益社団法人精密工学会 生産経営知識学専門委員会

2. プログラム：

13:30-13:40 挨拶（神戸大学 教授 貝原俊也）

【招待講演】

13:40-14:40 「サービス工学による現場力・経営力の拡張」

（独立行政法人 産業技術総合研究所サービス工学研究センター
センター長 持丸 正明）

【一般講演】

15:00-15:40 「共創的デザインによる環境変動型サービスモデルの構築」

（神戸大学 教授 貝原俊也）

15:40-16:20 「労働集約型サービス産業におけるサービス工学の適用」

（がんこフードサービス株式会社 副社長 新村 猛）

16:20-17:00 「重工業企業から捉えたサービス価値向上の進化について」

（川崎重工業株式会社 中野 信一／志子田 繁一）

3. 当日の様子

貝原俊也教授より開催の挨拶の後、産業技術総合技術研究所 サービス工学研究センター センター長の持丸氏より招待講演が行われた。サービス工学研究の枠組みとして、観測・分析・設計・適用からなるサービスの最適設計サイクルを解説し、それぞれの適用技術や現場への適応、それらを導入することによる経営力・現場力・顧客力の支援について事例を交えて説明された。講演後は、かつての製造業で行われてきた生産性改善の取り組みとの比較など活発な質疑が行われた。

一般講演では、神戸大学 貝原俊也教授、がんこフードサービス株式会社 副社長 新村猛氏、川崎重工業株式会社 中野氏、志子田氏より 3 件の講演が行われた。サービス産業へのサービス工学の適用や、重工業企業からの視点によるサービス価値について企業及び学術界からの発表に、多様な視点から活発な議論が行われた。



開会挨拶



招待講演



一般講演

ここで、本シンポジウムにおけるアンケートに記載された参加者の自由意見や感想について以下に記載する。参加者には、概ね好評に受けとめて頂いており、さらにこの活動を進めていく予定である。

回答結果

シンポジウムの印象・ご意見

- ・ 貝原教授の観測・分析・設計・適用技術の説明が分かりやすい（特にビッグデータとの組み合わせ）
- ・ 医療、介護サービス分野への応用の必要性を感じた
- ・ プログラムが良かった
- ・ すべて有用な興味深い講演だった
- ・ 興味深いテーマで有意義であった
- ・ サステナビリティやサービスドミナントロジックの観点から今後サービスビジネスのアプローチは益々重要になる
- ・ 実務に基づいた内容で実学的要素が強く論点が分かりやすい
- ・ 今後大きく発展する（させるべき）研究領域だと思う
- ・ 非常に大きなテーマだが実際に扱う分野は狭くならざるを得ないと感じた／業界全体を巻き込めれば大きな活動になるのでは
- ・ 一般公演の新村氏の PPT もあればよかった
- ・ サービス業の生の声を聴け、勉強になった
- ・ 私は学生ですが、自分の本当にしたいことが分った気がしました／最先端技術者のお話を聞けて光栄です／私も努力したいです
- ・ 文理融合が可視化されているのを見ることができた

- ・異分野からの参加でしたが、この分野の取組み、課題を把握できました
- ・製造業の閉塞感を打ち破るためにもサービスに取り組む必要性を感じた
- ・「サービス生産システム」の話を初めて聞いた／「価値」のとらえ方について今後の進展が期待される
- ・アカデミアサイドだけでなく企業の方からの発表も聞けて良かった
- ・サービス生産システムがサービス工学やサービス科学などの概念をどう違うのかいまひとつ良くなかった
- ・「サービス」についてどの様に取り組めば良いか考える良い機会を与えて頂きラッキーでした
- ・がんこ様の取組みを興味深く聞いた／合理化の点では職人の人間性を排除すると成功するよう思うが、ESの点ではいかに人間性を残すかが今後の課題
- ・製造業でQCやカイゼンなどの技術のサービスへの適用の仕方、事例を知ることができた
- ・B to Bでのサービスのあり方については、今後も取組みを継続してください
- ・セオリーが現実の課題解決に適用されていることを知り参考になった

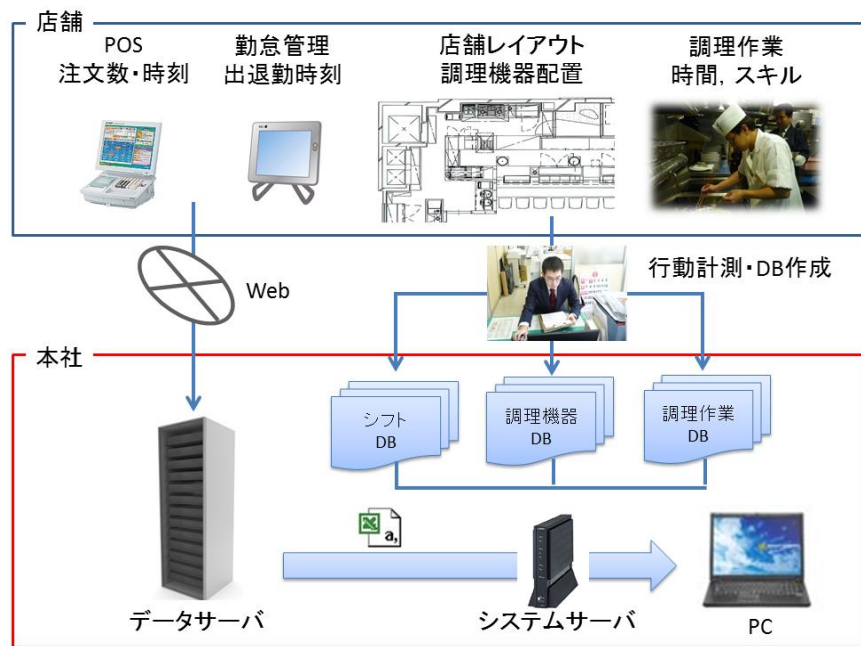
今後の活動に期待すること

- ・定量的対象だけでなく、定性的対象（感動・感激・経験）への分析研究にも期待したい
- ・サービスサイエンスを手掛ける企業の事例（取組み）をもっと知りたいです
- ・分野を大きくとらえて大きく発展していった欲しい／サービスの幅広さと奥深さに期待しています
- ・もの、ことづくり＝サービス事業化は日本の今後の産業発展にとって重要なキーワードになると期待する／ご活躍を祈ります
- ・今後も洋々な業種の事例、分析手法について紹介してほしい
- ・「サービス生産システム」の特徴を押し出すようなシンポを企画してほしい（類似研究をしている方々を集めてパネル形式のディスカッションをするなど）
- ・サービスを数理的に扱うことにCS、ES、MSをどのように組込んでいくか について話を聞きたい
- ・次回も参加したい
- ・製造業とサービス業のディスカッションがあると良いと思う
- ・マーケティング分野、ビジネスモデル分野からのアプローチ事例の紹介を希望する

3-3-3. 平成26年度の研究開発結果と成果

(1) 実施項目1：厨房レイアウトの検証

平成26年度は、厨房レイアウト改善を可能にするため、POSデータ、勤怠管理システムの出退勤データなどを活用したシミュレータを開発した（下図）。ついで、2店舗の実データを用いて現状レイアウト、厨房レイアウト改善案のシミュレーション結果を元に実店舗の厨房レイアウトを変更し、設備稼働率向上を試みた。その結果、シミュレーション結果に基づいた厨房レイアウト改善によって顧客満足度指標である料理のリードタイム改善は可能であるが、経営者満足指標である人時売上高改善に至っていない、という課題を残した。さらに本年度は、シミュレータを用いた厨房レイアウト改善により、人時売上高の改善（MS）料理提供時間の改善（CS）の両立を試みた。

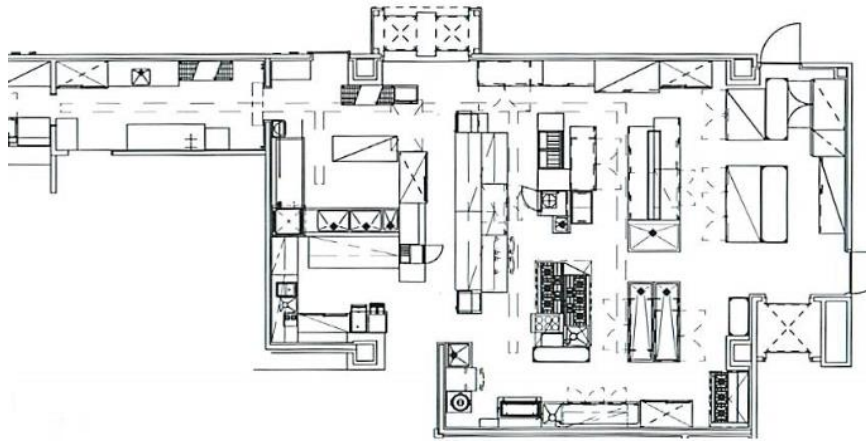


シミュレータの構成図

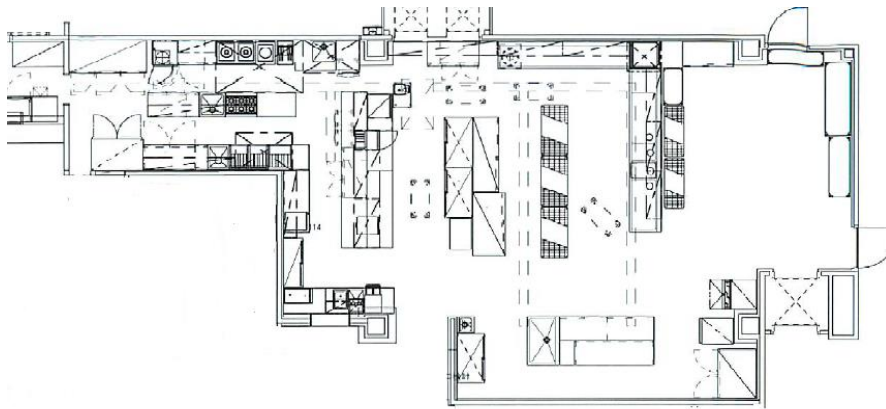
厨房レイアウト改善のため，がんこフードサービス株式会社の寝屋川店において，同店の POS データ，調理場の労働時間データを用い，料理提供時間を **KPI** として現状レイアウトにおけるシミュレーションを実施した．下図に，同店の改善前厨房レイアウトを示す．

得られたシミュレーション結果を元に，現状レイアウトにおける調理ジャンル別の問題点を検討し，設備別生産能力を増強し，厨房面積半減による作業動線短縮などの問題解決を志向した調理場レイアウト改善案を作成した（下図）．第 1 回目のシミュレーションと同じ POS データ，調理場の労働時間データを用いてレイアウト改善案におけるシミュレーションを実施し，改善案の有用性を確認した．その後，2014 年 7 月に，同店の調理場改装を実施し，調理場にセル生産方式を導入した．

シミュレータによるレイアウト改善が料理の料理提供時間を実際に改善したのかを確認するため，現状レイアウト，レイアウト改善直後，レイアウト改善 2 か月後の 3 回にわたり，料理ジャンル別の料理提供時間を計測した．計測期間は各 1 週間，対象はすべての料理である．注文受注時刻は POS システムで記録された受注時刻の印字を用い，調理完了時刻は配膳係が POS と時刻同期を取った時計を参照して伝票に記入して，調理完了時刻から注文受注時刻を差し引いて料理の料理提供時間を求めた．計測によって得られた料理提供時間と POS の注文データをもとに料理提供時間データベースを作成し，料理ジャンルごとの料理提供時間平均値，最頻値，標準偏差を求めた．



寝屋川店の改善前厨房レイアウト図



寝屋川店の改善後厨房レイアウト図

現状レイアウトにおけるシミュレーション上の料理提供時間は全体で平均 6.88 分, 最頻値 7.25 分 (標準偏差 3.30 分), レイアウト改善後の料理提供時間は全体で平均 8.28 分, 最頻値 4.50 分 (標準偏差 7.38 分) であった。下表にその詳細を示す。

シミュレーション結果

ジャンル	現状レイアウト			レイアウト改善案		
	平均	最頻	SD	平均	最頻	SD
揚げ物	8.48	8.40	2.46	9.05	7.55	3.61
焼物	8.17	8.18	1.21	7.21	7.73	0.93
煮物	7.64	8.00	3.14	7.89	8.00	2.45
八寸	7.37	5.10	4.80	5.81	3.18	3.67
寿司造り	5.71	4.32	3.05	6.37	4.25	3.78
全て	6.88	7.25	3.30	8.28	4.50	7.38

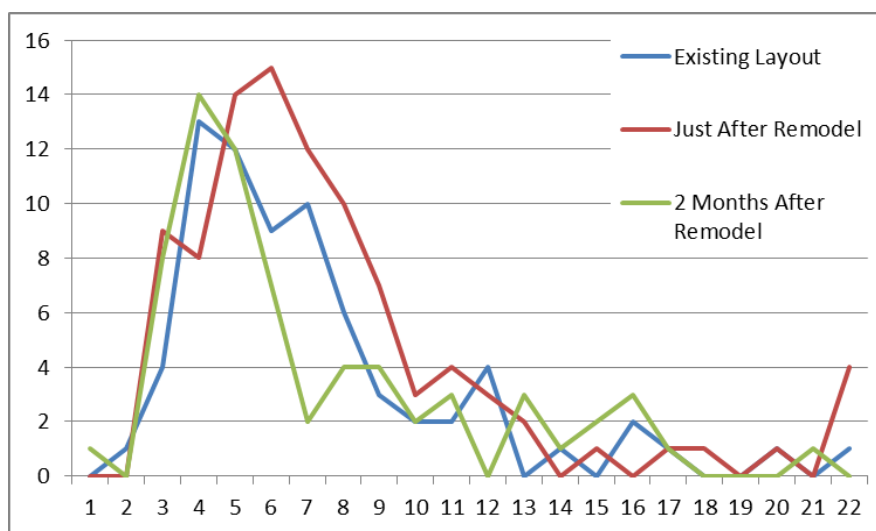
単位：分

現状レイアウトにおける実際の料理提供時間は全体で平均 7.16 分、最頻値 5.00 分（標準偏差 0.16 分）、レイアウト改善直後の料理提供時間は全体で平均 7.21 分、最頻値 5.00 分（標準偏差 0.15 分）、レイアウト改善 2 か月後の料理提供時間は全体で平均 6.53 分、最頻値 5.00 分（標準偏差 0.14 分）であった。下表にその詳細を示す。

実際の料理提供時間

ジャンル	現状レイアウト			改善直後			改善2か月後		
	平均	最頻	SD	平均	最頻	SD	平均	最頻	SD
膳・定食	7.56	5.00	0.17	8.00	6.00	0.18	6.59	4.00	0.17
揚げ物	7.35	4.00	0.54	7.84	6.00	0.47	7.16	4.00	0.52
焼物	9.58	6.00	0.76	10.16	4.00	0.58	7.28	8.00	0.40
煮物	12.38	6.00	1.28	11.37	9.00	1.04	7.79	5.00	0.67
八寸	7.53	2.00	0.58	7.56	3.00	0.42	5.37	1.00	0.47
寿司・造り	4.08	0.00	0.32	3.83	0.00	0.28	5.18	0.00	0.54
全体	7.16	5.00	0.16	7.21	5.00	0.15	6.53	5.00	0.14

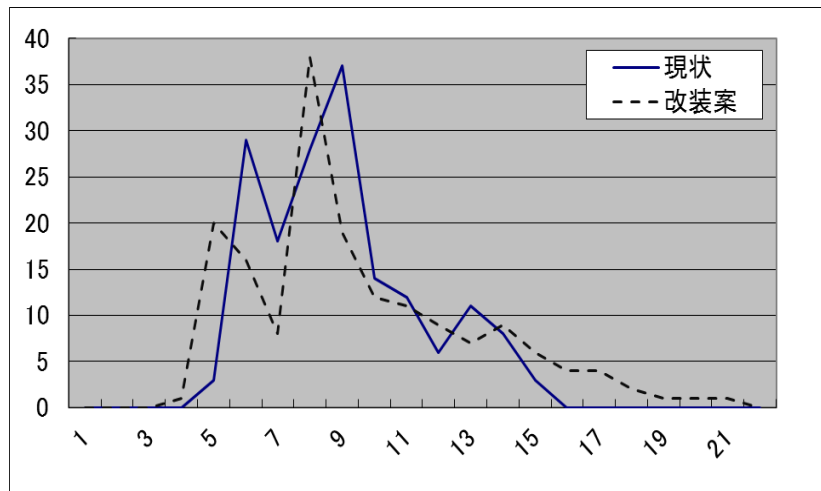
単位：分



実際の料理提供時間

第 1 に、シミュレーションの結果を用いた調理場レイアウト改善検討の有用性について検討する。得られた表を見ると、現状レイアウトの平均料理提供時間よりも、レイアウト改善後の平均料理提供時間の方が悪化している。レイアウト改善案は厨房面積が半減し、移動距離が大幅に短縮され、かつ厨房機器の増設によって料理の生産能力が向上したにもかかわらず、なぜシミュレーション結果が悪化したのであろうか？

例として、揚げ物のシミュレーション結果を下図に示す。この図からもわかるように、レイアウト改善案の方が提供時間の最頻値が改善されていることが確認できる。表 1 を見ると、煮物以外のジャンルでは最頻値が改善されているため、他の料理ジャンルでも同様の傾向があると考えられる（煮物は、設備の生産能力や料理の種類によって提供時間が既定されるため、レイアウト改善と料理提供時間との相関は低いと考えられる）。



揚物の提供時間分布
(縦軸＝料理数／皿，横軸＝提供時間／分)

しかし，調理の注文が集中した時間帯におけるシミュレーション結果は，実店舗よりもロングテールになっており，そのことが料理提供時間の平均値を悪化させたと考えられる．揚物におけるシミュレーション結果と実際の標準偏差を比較すると，シミュレーションは現状が 2.46 分，改善案が 3.61 分であるのに対して実際は現状レイアウトが 0.54 分，改善直後が 0.47 分，改善 2 か月後が 0.52 分であり，後者の方が短い．今後，いわゆるピークタイムのシミュレーション精度を向上させることが，より正確なレイアウト設計を実現するための課題であることが確認できる．

第 2 に，シミュレーションに基づいた実店舗改装の効果性について検討する．表 2 を見ると，改装直後の平均料理提供時間は煮物，寿司・造りを除いて悪化し，全体としても悪化している．一方，改装 2 か月後の平均料理提供時間は寿司，造りを除いて改善しており，全体としても良化している．

レイアウト改善直後の料理提供時間が悪化した理由は，従業員の習熟要因が大きいと考えられる．材料や道具の配置，作業動線など，多数の作業環境が変更されたため，従業員が新しい配置の記憶，動線の習熟など，様々な対応をしなければならない．その結果，料理をするための時間が現状レイアウトよりも長く必要となり，料理提供時間が一時的に悪化したと考えられる．レイアウト改善直後の料理提供時間を改善するためのトレーニング手法開発や，レイアウト改善案作成に対する従業員の関与など，様々な改善手法を検討しなければならない．

改装 2 か月後の料理提供時間は全体として改善されているものの，煮物，寿司・造りの平均料理提供時間は改善されていない．既に述べたように，煮物は料理の種類によって料理提供時間が既定される．また，寿司・造りは機械による生産工程がないため，料理提供時間は調理師の技術力および注文される料理の種類によって規定される．これらのジャンルの料理提供時間を改善するためには，従業員のトレーニングや繁忙期に熟練調理師が出勤するシフトスケジューリングの改善などを併せて導入する必要がある．

第 3 に，シミュレータを用いた厨房レイアウト改善が顧客満足向上に資するののかについて考察する．飲食店において，料理提供時間を短縮することが顧客満足向上に資することは多数の研究で実証されている．表 2 を見ると，改善直後は料理提供時間の平均，最頻値ともに悪化しているものの，改善 2 か月後には平均料理提供時間は改善され，かつ標準偏差も縮小されている．料理提供時間の改善は温かい料理の提供，急ぐ顧客に対する迅速な料理提供などが可能になるため，料理に関する顧客満足度は向上したと推定できる．しかし，顧客満足度は料理提供時間だけで規

定されるわけではないため、接客の作業性改善や従業員のホスピタリティー向上などの対策を併せて講じる必要がある。

第4に、シミュレータを用いた厨房レイアウト改善が経営者満足（人時売上高）向上に資するののかについて考察する。下表に、厨房レイアウト改装前、改装直後、改装2か月後の人時売上高の前年比核を示す。この表が示す通り、改装直後の人時売上高は前年対比102.9%であるものの、レイアウト改善前の104.2%を下回っている。既に述べたように、従業員は改善前の厨房レイアウトにおけるオペレーションに習熟しているため、レイアウト改善によって効率的な生産環境が整ったとしても、道具や素材の配置の記憶、新しいレイアウトに対する慣れなど、新しい設備レイアウト環境に慣れるために一定の期間が必要である。そのため、厨房レイアウト改善直後はいったん作業効率が低下し、結果として人時売上高が低下したと考えられる。

一方、改装2か月後の人時売上高は前年対比119.4%と大きく改善している。道具屋素材の効率的配置、新しいレイアウトに対する慣れ等、作業性改善阻害要因を克服した結果、厨房レイアウト改善の効果がストレートに人時売上高に反映されている。

レイアウト改装前、改善直後、改善2か月後の人時売上高（単位＝円）

		人時売上高	相関係数	改善率
改装前	前年	10,989	0.90	104.2%
	当年	11,448	0.83	
改装直後	前年	9,516	0.93	102.9%
	当年	9,789	0.78	
2か月後	前年	9,108	0.91	119.4%
	当年	10,872	0.89	

シミュレーションと最適化を統合した厨房フロアレイアウト計画

以上のように、シミュレーションを用いることで厨房レイアウトの効果を人とももの流れを考慮しながら定量的に評価することが可能となる。しかし、評価対象とするレイアウトそのものは、担当者の経験と勘に依存するしかなく、本当に良いレイアウトが何であるか、については検討が不足している。そこで本研究では、厨房レイアウトシミュレーションと最適化を組み合わせることで、より良いレイアウト設計を実現することを試みてきている。以下では、遺伝的アルゴリズム（Genetic Algorithm: GA）による厨房レイアウト計画とシミュレーションを組合せて評価した結果を報告する。

本研究では、本課題の1～2年度に開発した手法をもとに、厨房を対象として拡張を行い、作業者の待機場所を含めた設備レイアウト計画を行う。実際の店舗のデータを元に、製品数が189品種、設備数は10台、作業者は12人とし、店舗営業時間は10時30分～23時までフロアサイズは14.4m×8.5m、作業者の勤務時間、移動速度は固定とする。各製品には各々の製品を生産できる設備、作業者は決まっており、代替設備・代替作業者が存在する製品もある。

アルゴリズム

本研究の目的関数である総滞留時間は、設備・従業員の数に限りがあるため待ち時間が発生する等、製品の流れや従業員の流れに大きく依存するため数理計画を用いて正確に算出することは

困難である。一方で、シミュレーションは各製品、設備・従業員が自律的に行動するため、流れを考慮した正確な総滞留時間を算出することが可能である。しかし GA における適応度計算をシミュレーションで行う場合、シミュレーションの実行回数が個体数×世代数となるので計算時間が膨大となってしまう。そこで、研究の第一段階として単純なルールにより簡易的に計算した総滞留時間を GA の適応度評価に用いて最適化し、シミュレーションは簡易計算によって作成した最良解の評価のみに用いた。

以下に提案手法のアルゴリズムを示す。

Step1：初期個体の生成

実行不可能解とならないようにランダムに個体を生成する。

Step2：簡易計算による適応度評価

個体の適応度を評価する。

Step3：世代数の確認

既定の世代数に達していなければ Step4 へ、達していれば終了。

Step4：選択

各個体の適応度に応じて次世代の個体を選択する。

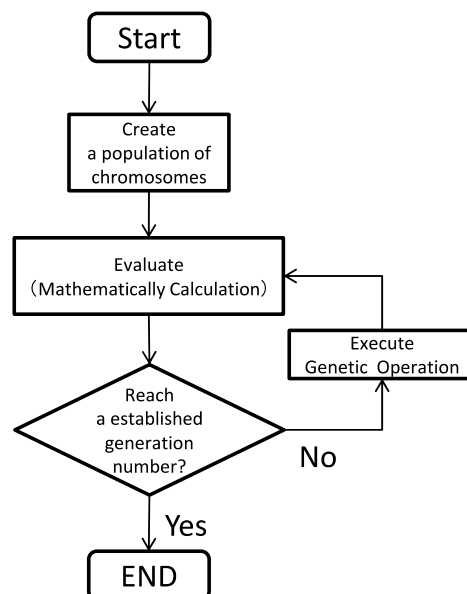
Step5：交叉

ランダムに 2 個体選び、一定の確率で、実行不可能解とならないように 2 点交叉を行う。

Step6：突然変異

各個体に対し、一定の確率で、実行不可能解とならないように突然変異を行う。Step2 へ。

次の図にアルゴリズムの概要を示す。アルゴリズムに従い作成した最良解の個体をシミュレーションを用いて評価する。

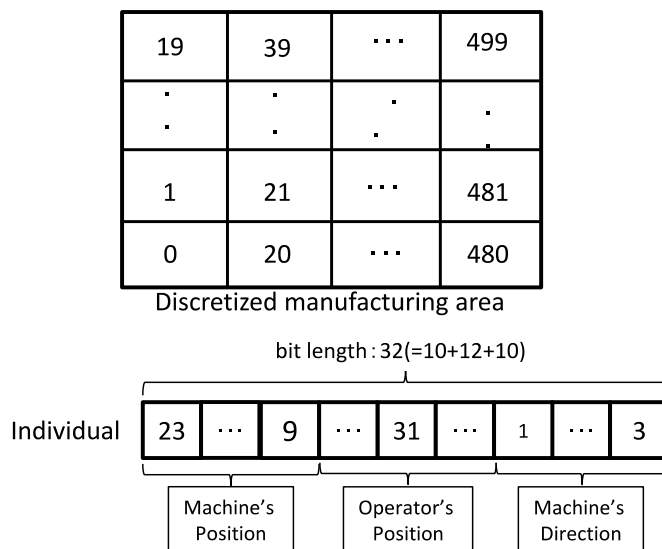


遺伝的アルゴリズムを用いたレイアウト計画のアルゴリズム

遺伝子のコーディングと適応度評価

下の図に遺伝子のコーディング方法の概要を示す。GA における各個体は、各設備・従業員の

位置情報及び設備の向き情報を保持する。位置情報は生産エリアを格子状に離散化し、区切られた区画を番号で示したものとし、設備の位置情報は設備の重心位置の座標を指す。向き情報は上下左右の四方向を 0～3 の番号で示したものとする。また、遺伝子には含まれていないものの設備毎に大きさが決まっており、離散化された生産エリアの複数区画に配置される設備が存在する。この際に配置される区画は設備の位置情報と向き情報により一意に定まる。

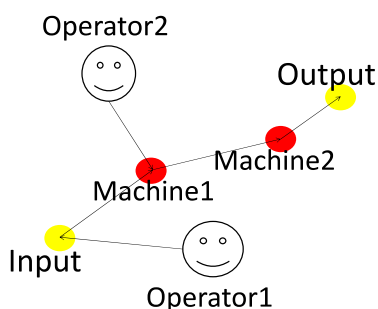


厨房フロアの離散化と遺伝子のコーディング方法

各遺伝子の適応度は、以下のルールを用いて各製品の滞留時間を求め、それらの総和を用いる。

- ・ 各設備間の距離は設備の中止座標をもとに算出する。
- ・ 代替設備、代替作業者が存在する製品は等しい確率で割り当てる。
- ・ 製品に対応する以下の 1～5 の距離の合計を作業者の移動の速さで除することで移動にかかる時間を求め、各工程に要する時間を足すことで滞留時間を導出する。
 1. 始めの工程の作業担当者と INPUT の距離
 2. INPUT と始めの工程の設備の距離
 3. 次工程の作業担当者と前工程の設備の距離
 4. 前工程の設備と次工程の設備の距離
 5. 最終工程の設備と OUTPUT の距離

上記のルールに従うと、作業者及び製品の流れは下図のようになる。矢印が作業者の流れを表しており、全ての矢印の長さを足し合わせ従業員の速度で割ることで流れに要する時間が求まる。また製品毎に各工程における設備が決まっており、工程毎に生産に要する時間は与えられているものとする。



遺伝的操作と近傍探索による実行可能化

以下に初期個体生成、交叉、突然変異について説明する。

- ・ 初期個体生成：GAにおける初期個体の保持する位置情報はランダムに作成する。その際、同一区画に2つ以上の設備・従業員が配置される解は実行不可能解とし、発生しないように作成する。
- ・ 交叉：交叉方法は二点交叉を用い、交叉点はランダムで設定する。交叉後位置情報の重複が存在する場合には重複する遺伝子座に対して、他の遺伝子座と重複しない番号をランダムに割り付ける。
- ・ 突然変異
ランダムに一点突然変異をする座標を選び、自身の保持する他の位置情報を重複しないように選んだ遺伝子座の持つ位置情報を変更する。

本研究で対象とする厨房は、セントラルキッチンと比較すると狭く、設備の大きさ・向きが無視できないため、設備の大きさ・向きをレイアウト作成の際に考慮する必要がある。

各設備は大きさが決まっており、大きさに応じて複数の区画に配置されるものとする。しかし遺伝子には位置情報（重心位置）と向きしか含まれていないため、実行不可能解が初期解生成や交叉・突然変異において生成されることがある。その際には近傍操作をすることで実行可能化する。具体的には、各設備毎に実際に占有するエリアを求め、占有エリアの重複も避けたレイアウトを作成する。近傍操作のアルゴリズムは以下の通りである。

Step1：占有エリアの重複確認

重複しているなら Step2 へ。重複していなければ終了。

Step2：配置を移動する設備、従業員の選択

初期解生成時に重複した際には等しい確率で選択する。交叉・突然変異によって重複した際には、変化した部分に含まれる設備を選択する。

Step3：探索範囲 N の初期化

N=1 とする。

Step4：近傍探索

Step2 で選択された設備を N マス動かす範囲に配置可能な位置が存在するなら Step5 へ。存在しないなら Step6 へ。

Step5：位置情報の変更

Step4 で発見した位置に設備の持つ位置情報を変更する。Step1 へ。

Step6：N の更新

N=N+1 とする。

計算機実験の設定

以上の設定を用いて計算機実験を行った。実験条件について以下にまとめる。簡単化のために、営業時間 10:30~23:00 のうち実行する時間帯を 18:00~23:00 の最も注文の多い夜の時間帯に限定し、対象とする製品をその時間帯に一度以上注文があった製品にのみ限定をしている。注文データには過去の POS データを用いている。

共通の実験条件

- ・従業員数：12（勤務時間 10:30～16:00 が 6 人，勤務時間 16:00～23:00 が 6 人）
- ・設備数：10
- ・製品種類：81
- ・生産エリア 500（20×25 に離散化されたエリア）

GA のパラメータ

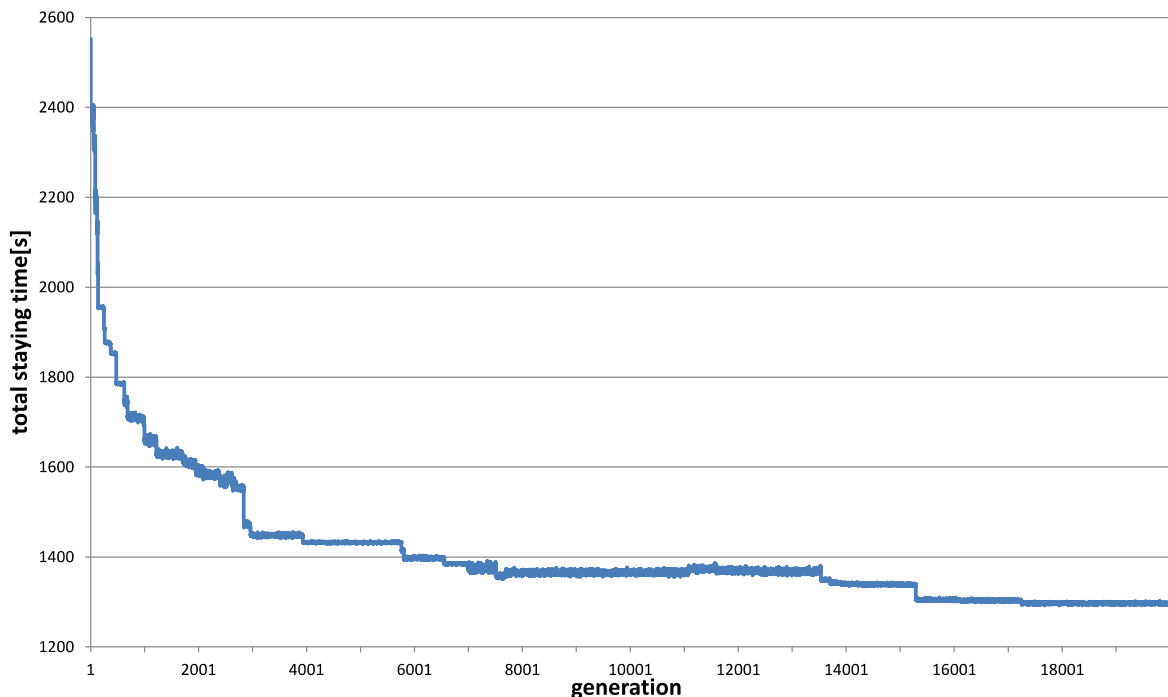
- ・個体数：1000
- ・遺伝操作世代数：20000
- ・選択方法：トーナメント選択（トーナメントサイズ 2）
- ・交叉方法：二点交叉
- ・交叉率：0.6
- ・突然変異率：0.01

注文回数は製品ごとに異なり 1～22 回となっている．実験を行った環境は以下の通りである．

- ・ OS：Windows 7 Professional
- ・ CPU：Intel(R) Xeon(R) CPU E5-1660 0 @ 3.30GHz
- ・ メモリ：16.0Gbyte

計算機実験結果：GA によるレイアウト最適化

交叉率を 0.6～0.8 の間に設定して予備的実験を行った結果，交叉率 0.6 とした際が最も良い結果を得た．下図に交叉率 0.6 とした際の最良解の適応度の移り変わりを示す．図を見ると 1000 世代までの間に非常に大きく改善された後，複数回の大きな改善を含みながら徐々に適応度が改善されていることがわかる．本試行においては 15000 世代や 17500 世代まで解の改善が見られるので，世代交代数は 20000 世代程度必要だと思われる．また適応度の推移が上下に振動しているのは，代替設備・代替従業員が存在する製品は等しい確率でランダムに割り当てているため，同じレイアウトであっても適応度が変化するためである．



総滞留時間の推移

次に最良解の個体の設備レイアウトをシミュレータで表示した図とそれを元に設備・従業員が配置されている部分を簡略的に表した図を以下に示す。

シミュレータで表示した設備レイアウトを見ると、厨房の生産エリアの左下に設備・従業員が固まっているのがわかる。これは **INPUT** 及び **OUTPUT** の近くに配置された方が各設備間の移動が短くなり、結果として滞留時間が短くなるからであると考えられる。また従業員は **INPUT** 周辺に配置され、設備は **INPUT** と **OUTPUT** の間に配置されている。これらの傾向は **Best** 以外の各試行における最良個体にも見られる。従業員が **INPUT** 周辺に固まっている理由として、今回の実験で用いたデータにおいて第二工程、第三工程を含む製品がほとんど存在せず、ほぼ全ての製品において第一工程の作業者が「待機場所→**INPUT**→設備→**OUTPUT**」という流れを取ったがために、「第一工程で用いる設備と第二工程で用いる設備の間で待機している方が良い」と言う状況が優先されなかったと考えられる。

次に設備配置に注目して設備レイアウトを簡略化表現した図を見ると、各区画に設備・従業員が重複なく配置されていることがわかる。また多くの設備が配置されている場所の特徴として、**INPUT** と **OUTPUT** の間に配置されていることがわかる。これは上で述べたように、第一工程しか存在しない製品が多いために、**INPUT** と **OUTPUT** の間に配置された場合最も移動に要する時間が短くなるためと考えられる。

計算機実験結果：シミュレーションによるレイアウトの評価

GA によるレイアウトの最適化における 100 試行中の各々の最良解から適応度が高い順に 10 個体選び、各個体に対しシミュレーションを一度実行し適応度を評価した。下表に前節の手法における上位 10 個体の適応度とシミュレーションにより算出した適応度を示す。個体は前節で算出した適応度の高い順に並べている。

GA による適応度とシミュレーションによる評価

	fitness(simplified calculation)	fitness(simulation)
individual1(Best)	28026.1	248181.0
individual2	28046.8	268524.0
individual3	28060.4	262348.0
individual4	28067.2	393137.0
individual5	28072.7	245128.0
individual6	28074.2	265976.0
individual7	28075.8	236037.0
individual8	28078.1	246968.0
individual9	28079.2	269532.0
individual10	28084.4	291006.0
average	28066.5	272683.7

表より、GAにおける適応度の簡易計算の結果とシミュレーションにおける適応度計算の結果に大きなずれが見られる。これは簡易計算において設備・従業員の取り扱いによる待ち時間を考慮することができていないことが原因と考えられるが詳細の検討は今後の課題である。

(2) 実施項目2：人員レイアウトの検証

本実施項目ではサービス満足度向上に向けて組合せオークションを用いた人員シフト計画手法の提案を行ってきた。昨年度までの取り組みでは、ESを各従業員の提出した希望する時間帯に勤務できているか、MSを計画期間に要した人件費、と定義しそれぞれを目的関数として最大化するとともに、顧客満足度は各時間帯にある一定以上の能力値を持つ従業員が配置されているかという制約条件としたモデルの提案を行った。本年度は、提案モデルを実規模問題に適用するにあたり、新たなアルゴリズムの提案と計算機実験による有効性の検証を行ったのでその結果を以下に述べる。

対象システム

和食レストランは調理に特別な技術が必要とされるため、顧客の接客を主に対応するホールスタッフと、調理を担当するキッチンスタッフの区別があるが、本報告では第一段階としてホールスタッフのみを対象とする。

各従業員は各時間帯に勤務可であれば1、勤務不可能であれば0、勤務可能だができれば勤務したくなければ-1を入力した希望勤務シフト (Fig.1) を提出する。この希望勤務シフトが、実際に作成された勤務シフトでどの程度満たされているかをESとする。また、ホールスタッフが行う業務には、案内・接客・レジ・ドリンク・宴会受注・配膳・洗い場の7種類あり、同一時間内であれば各業務は全て兼業できるものとする。各時間帯において業務ごとに経営者が定めた必要能力値が設定されており、その値を満たすことで十分な顧客満足度が確保できるものとする。各従業員は業務ごとに[0,1,2]の3段階の能力値を有しており、それぞれ「業務不可」、「業務可能」、「高いレベルで業務可能」を表す。

また、勤務シフトを作成する上で、1日に勤務できる時間の上下限、1週間に勤務できる時間・日の上限、勤務終了から次の勤務までに休まなければならない時間数、1日の勤務は連続しているといった勤務制約を守らなければならない。

	10:00 ～ 11:00	11:00 ～ 12:00	12:00 ～ 13:00	13:00 ～ 14:00	14:00 ～ 15:00	15:00 ～ 16:00	16:00 ～ 17:00	17:00 ～ 18:00	18:00 ～ 19:00	19:00 ～ 20:00	20:00 ～ 21:00	21:00 ～ 22:00	22:00 ～ 23:00
Monday	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	-1	-1
Tuesday	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	-1	-1
Wednesday	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1
Thursday	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Friday	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	-1
Saturday	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sunday	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1

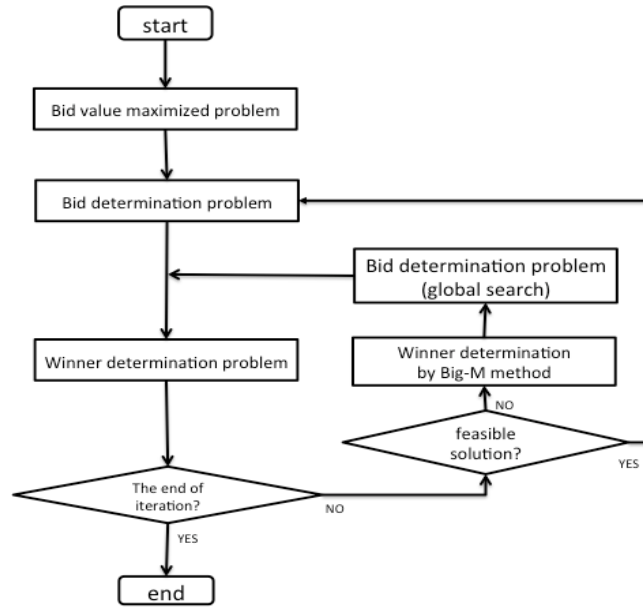
従業員の勤務可能シフト

組合せオークションを適用したモデル化

組合せオークションとは、価値に依存関係がある複数の品物(財)を同時にオークションの対象とし、複数の財の組合せに対する入札の中から入札値が最大となる入札の組合せに財を配分するオークションである。組合せオークションには財の組合せを提示する入札者、財の配分を決定する主催者が存在し、本研究では勤務シフトを財、従業員を入札者、経営者を主催者とする。また、入札者と主催者それぞれの主観で財の組合せ・配分を決定することができる多目的構造を持つため、ES と MS を最適にする多目的最適化問題として定式化を行うことが可能となり、それぞれの主観が反映された勤務シフトの作成を目指す。

組合せオークションの適用にあたり、入札決定問題と勝者決定問題はそれぞれ従業員ごとに複数の異なった勤務シフトを作成すること、従業員ごとにいずれか一つの勤務シフトを選択し、組み合わせることによって店舗全体の勤務シフトを決定することを意味する。また、組合せオークションの初期解は入札の評価値最大化問題で導出し、組合せオークションを繰り返すことによって解の収束を図る。これらは昨年度までの取り組みと同様のモデルであるため、詳細の説明は省く。

本報告では実規模問題に適用するにあたり初期の勝者決定問題では実行可能解の導出が困難であることを想定し、実行可能解が導出されなかった場合のみ勝者となる入札が得られないため、big-M 法により勝者となる入札を決定する。big-M 法はペナルティ法的一种であり、一つの制約条件に関する違反数を最小にすることを目的関数としたものである。この目的関数を勝者決定問題の制約条件である必要能力値とすることによって、実行可能解が得られなかった場合にも、能力値制約に関する違反が最小となる入札の組合せを勝者とすることができる。また、big-M 法を行った際、次の繰り返しにおける入札決定問題で行う近傍作成は広い範囲での作成を行う。本提案により、実行可能解の導出が困難なデータに対しても少ない入札数、繰り返し回数で高速に解の導出を行うことが可能になると期待できる。また、提案手法のアルゴリズムの概要を下図に示す。



提案手法のアルゴリズム

定式化

以下では本モデルにおける定式化の概略を説明する．

- 入札の評価値最大化問題

本問題では従業員ごとに提出された希望勤務シフトをもとに，ES が最大となる勤務シフトを求める．ここで得られた勤務シフトが組合せオークションにおける初期解となる．目的関数は(1)式で表され，ES を意味する．

$$\max \sum_{d=1}^D \sum_{t=1}^T S_{i,d,t} \tau_{i,j,d,t} \quad (\forall i, \forall j) \quad (1)$$

$S_{i,d,t}$ は従業員 i の d 日目の時刻 t における希望勤務シフトで， $\tau_{i,j,d,t}$ は勤務シフトにおいて勤務すれば 1，そうでなければ 0 を表す決定変数である．また，制約条件は前述した勤務制約がある．

- 入札決定問題

従業員ごとにある勤務シフトをもとにその近傍である複数の勤務シフト，つまり入札を作成する．初回の近傍の元となる入札は評価値最大化問題で得られた勤務シフト，2回目以降は前回の勝者決定問題で勝者となった入札である．近傍は元の勤務シフトのうち 1 日の勤務に関して時間帯の変化や勤務の追加・削除を勤務制約が満たされる範囲で行われる．

- 勝者決定問題

従業員ごとに作成された複数の入札から，もっとも目的関数が小さくなる組合せを決定し，その入札を勝者とする．目的関数は(2)式で表され，計画期間内における総投入コスト，つまり MS を意味する．

$$\min \sum_{d=1}^D \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J x_{i,j} \tau_{i,j,d,t} w_i \quad (2)$$

$x_{i,j}$ は従業員 i の入札 j を選択すれば 1，そうでなければ 0 を表す決定変数であり， w_i は従業員 i の単位時間あたりの使用コストを表す．また，十分な CS を確保するための必要能力値に関する制約は(3)式で与えられる．

$$\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J x_{i,j} \tau_{i,j,d,t,p} c_{i,p} \geq N_{d,t,p}^{\min} \quad (\forall d, \forall t, \forall p) \quad (3)$$

$c_{i,p}$ は従業員 i の業務 p における能力値、 $N_{d,t,p}^{\min}$ は d 日目の時刻 t の業務 p における必要能力値を表す。また、制約条件として従業員一人につき一つの入札しか勝者とならない制約がある。

- **Big-M 法による勝者決定**

勝者決定問題で実行可能解が導出されなかった場合、ペナルティ法的一种である **Big-M** 法を用いて入札の勝者を決定する。その場合、制約条件(3)式に関する違反が最小となる入札の組合せを勝者とする。

- **入札決定問題（広い範囲での近傍作成）**

実行可能解が導出されなかった場合、次回の入札決定問題は広い範囲での近傍作成を行う。通常の近傍作成が1日のみを変動させていたのに対し、広い近傍作成では複数の勤務日に関して行う。

計算機実験

対象システムは従業員 22 人、計画期間は店舗営業時間の 10:00～23:00 の 13 時間を 7 日間、業務数は 7 箇所、入札決定問題で作成する入札の近傍は 50、組合せオークションの繰り返し回数は 100 回、試行回数は 10 回で計算機実験を行った。また、入札の評価値最大化問題と勝者決定問題、**Big-M** 法による勝者決定の解法は IBM 社の商用 Solver である、**Cplex12.6** を使用した。

以下の表に結果を示す。**Maximized ES** は入札の評価値最大化問題で得られた入札の評価値の合計、**ES** と **MS** はそれぞれ最終的に得られた勤務シフトにおける **ES** と **MS** の値、**Time** は 1 試行に要した計算時間である。なお、表中の値は 10 試行の平均である。

実験結果			
Maximized ES	ES	MS	Time(s)
659	291.12	365089.9	62.45

MS は投入総コストを意味し、実データにおける 618,151 円を下回る解が得られた。また、全ての試行において繰り返し回数 2 回目で実行可能解が得られており、**ES** が最大となる入札の近傍のみでは必要能力値を満たす勤務シフトが得られないことがわかるとともに、提案手法によって速い段階で実行可能解の導出が可能となった。さらに、人の手で作成する場合と比較し短い時間で求解が可能であった。これは入札の近傍作成範囲を限定するとともに、実行可能解が得られない場合により制約違反の少ない入札を勝者とすることによって早い繰り返し回数で実行可能解を導出でき、繰り返し回数を減少させることが可能であったためであると考えられる。

(3) 実施項目 3：サービス価値創成システムの構築

本研究は、サービスの同時性という特性が顕著に現れる労働集約型サービス産業において、需要変動に対応して投入労働量を弾力的に投入することで投入労働量のロスを最小化することのできるレイアウト設計が主たる目的である。このようなアプローチによって労働生産性が向上し、**MS** が向上することは可能であると思われるが、サービス品質にとって重要な要素である **ES** を改善するとともにサービスの付加価値を最大化することが求められる。また、**MS** 向上（投入労働量の最小化）および **ES** 向上（サービス品質の最大化）によって顧客満足が向上し、持続可能なサービス生産性向上を実現する循環構造を創出することが求められる。我々は、平成 25 年度に、既にサービス科学で開発されたシステムをマネジメントサイクルに組み込み、経営者、

部門管理者、サービス提供現場の各階層においてサービスを持続的改善するためのサービス価値創成システムの概念を示した。

ここで今年度は、サービス価値創成システムにおけるサービス環境改善ループ、サービス需給改善ループの仕様検討を行った。サービス環境改善ループ形成のため、多額の投資を必要とし、経営者満足指標である人時売上高を決定づける厨房レイアウト改善のため、顧客の需要や投入労働量を現場で計測、本社でデータベース化してシミュレーションを実施した。さらに、その結果に基づいて経営層の意思決定を経た厨房レイアウト改善投資を実行してその効果性を検証した。

また、サービス需給改善ループ形成のため、組み合わせオークションを用いたシフトスケジューリング改善の研究を実施した。従業員の勤務希望（賃金の獲得）と、店舗マネージャの管理ニーズ（売上高に対する投入労働量の最小化）は、ある意味利益相関の関係にある。そこで、商社決定方式のシフトスケジューリング組み合わせオークションを行い、従業員の賃金獲得と人時売上高改善の均衡点に関して検討を加えた。その結果、多能工ではあるが賃金単価の高い正社員が必ずしもシフト上必要とされないことなどがわかった。ただし、今年度は組み合わせオークションの結果に基づいて実店舗でシフトスケジューリングを行っていないため、実店舗での適用が課題として残っている。

ここで以降に、サービス価値創成のベースとなる CS, ES, MS の中で、今年度取り組んだ ES と CS に関する解析結果を報告する。

従業員満足度(ES)の改善

厨房レイアウト改善による従業員稼働率改善に伴い、従業員の作業荷重が増加することは避けられない。また、シフト改善を図るためには従業員の多能工化が要求されるが、新たなスキル習得は従業員にとって負担になるという側面も併せ持っている。平成 25 年度の研究において、設備レイアウト変更に伴う従業員満足度インタビューを実施した際にも、ES 向上の政策を併せて実施することが必要との結論を得ている。そこで、本年度は従業員満足度向上を図るため、作業稼働率向上や多能工化といったスキル習得に合わせて昇給の仕組みを並行して導入し、ES 向上を同時に実現することを試みた。

従業員アンケートの質問票

区分	質問項目
A-1(設備)	仕事をきちんと行うために必要なものや設備を与えられている
A-2(設備)	作業環境面での仕事のしやすさ
A-3(設備)	人の配置(適材適所)の面での仕事のしやすさ
A-4(設備)	仕事の効率性
A-5(設備)	担当業務や作業場所変更の目的を良く理解している
A-6(設備)	立場や担当作業を超えた助け合いの必要性を良く理解している
B-1(報酬)	仕事の内容、レベルに見合った給与を得られている、おおむね満足している
B-2(報酬)	職場の人事制度をよく理解している
B-3(報酬)	仕事の質を向上させたい、もっと技術を身に付けたい
B-4(報酬)	こなせる仕事を増やしてステップアップしていきたい
B-5(報酬)	多能工化に対する興味・関心

厨房レイアウト改善の効果を人時売上高の向上に反映させるためには、需要のピーク時には同種の料理を大量調理するライン方式で調理して効率化を図り、一方需要が低い閑散時間帯には少数の従業員が多品種の料理を担当することによって投入労働量の最小化を図る必要がある。ゆえ

に、厨房レイアウト改善前に、より少人数で効率的なオペレーションを可能にするため、従業員に対して多能工化の教育を実施した。

しかし、既に述べたように、作業稼働率向上は従業員にとって負担の増加につながるため、従業員満足低下の要因となるため、作業稼働率向上に対するインセンティブが必要になる。ゆえに、多能工化、稼働率向上に伴い賃金単価が上昇する賃金システムに変更して従業員に対して制度の趣旨を説明し、作業システム変更に伴う従業員満足度低下の回避を図った。

厨房レイアウト改善による作業性環境の向上、および、賃金システム変更による従業員満足度の変化を検証するため、従業員に対してアンケートを実施した。厨房レイアウト改装前、改装直後、改装2か月後の3回にわたり、設備改善にともなう従業員負担の変化、および賃金制度変更による従業員満足度の変化を確認するための質問票を配付した（前ページの表）。

質問項目に対して6（まったくそのとおりである）から1（まったくそのとおりではない）の6段階評価をしてもらい、その結果をポジティブな意見（6,5）中間（4,3）ネガティブな意見（2,1）として集計した。下表aに、アンケート結果の意見数を、表bに、アンケート個別回答結果の意見総数に対する割合を示す。

表 a：アンケート結果（意見数）

	改装前(N=13)			改装直後(N=9)			改装2か月後(N=10)		
	P	-	N	P	-	N	P	-	N
A-1		13			9		6	4	
A-2	2	9	2	1	5	3	4	6	
A-3	6	6	1	3	4	2	4	5	1
A-4	3	7	3	3	2	4	4	6	
A-5		13			9		4	6	
A-6		13			9		5	5	
B-1		13			9		4	6	
B-2		13			9		4	6	
B-3	11	2	0	6	3	0	6	4	
B-4	10	3	0	6	3	0	6	4	
B-5	11	2		6	3		7	3	

P=ポジティブ，- =中間，N=ネガティブ

表 b：アンケート結果（割合）

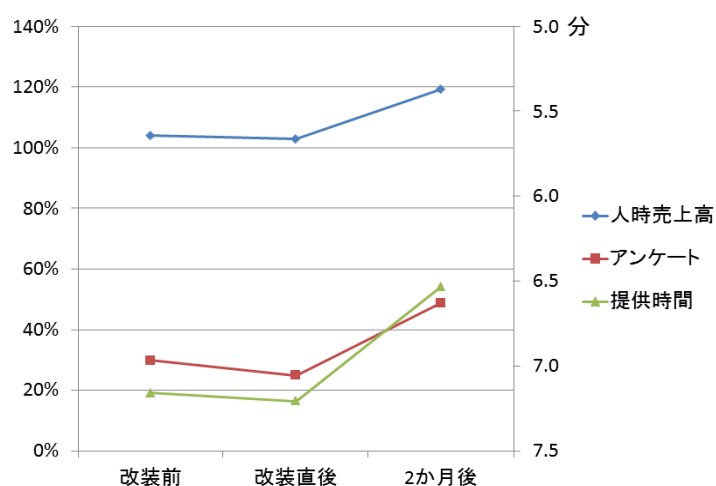
	改装前(N=13)			改装直後(N=9)			改装2か月後(N=10)		
	P	－	N	P	－	N	P	－	N
A-1	0%	100%	0%	0%	100%	0%	60%	40%	0%
A-2	15%	69%	15%	11%	56%	33%	40%	60%	0%
A-3	46%	46%	8%	33%	44%	22%	40%	50%	10%
A-4	23%	54%	23%	33%	22%	44%	40%	60%	0%
A-5	0%	100%	0%	0%	100%	0%	40%	60%	0%
A-6	0%	100%	0%	0%	100%	0%	50%	50%	0%
B-1	0%	100%	0%	0%	100%	0%	40%	60%	0%
B-2	0%	100%	0%	0%	100%	0%	40%	60%	0%
B-3	85%	15%	0%	67%	33%	0%	60%	40%	0%
B-4	77%	23%	0%	67%	33%	0%	60%	40%	0%
B-5	85%	15%	0%	67%	33%	0%	70%	30%	0%
Total	30%	66%	4%	25%	66%	9%	49%	50%	1%

P=ポジティブ，－=中間，N=ネガティブ

表 a を見ると、改装前のポジティブな意見数比率 30%に対して改装直後のポジティブな意見数比率が 25%と低下し、それに伴い、改装前のネガティブな意見数比率 4%に対して 9%と増加している。既に述べたように、厨房レイアウトの改善に伴い、未習熟な作業環境課における作業をする必要がある。たしかに作業環境は改善されたが、新レイアウトに対する未習熟、道具や素材の配置の継続的改善など、なすべき事項は非常に大きい。また、レイアウト改善に伴っていったん料理提供速度は低下するため、顧客満足度の低下がクレーム数の増加につながった可能性もありうる。その結果、従業員の満足度はいったん低下したと考えられる。

一方、改装 2 か月後のアンケート結果を見ると、ポジティブな意見数比率が 49%と、改装前のポジティブな意見数比率 30%を大きく上回っている。新しい厨房レイアウトに対する習熟が従業員満足度改善に資することに加え、平成 25 年度の研究で明らかになったように、料理提供速度の改善に伴う顧客のクレーム低下も従業員満足度改善の一助になったと考えられる。加えて、改装に伴って従業員の技術評価を行い、その結果に基づいて賃金単価を変更（賃上げ）し、それが所得に反映したこともプラスに作用したと考えられる。

厨房レイアウトの改善、従業員満足度の改善結果をもとに、サービス提供現場における 3S（CS,ME,ES）向上について考察する。次の図に、料理提供時間改善の状況＝CS、人時売上高の前年対比＝MS、従業員アンケート結果＝CS の時系列比較表を示す。この図が示す通り、3つの指標はともに、改装直後にはいったん指数が悪化し、改装 2 か月後にはともに指数が改善していることが確認できる。CS,MS,ES は別個に存在するのではなく、相互に関係しあっているため、従業員の作業性向上は人時売上高向上につながるだけではなく、作業性改善に伴う料理提供速度の改善が顧客満足度向上にも貢献したと考えられる。古来「三方よし」と言われるが、サービス生産性向上による企業の持続的成長を実現するためには、サービス科学の実践的導入が効果的であることを示している。



料理提供速度，人時売上高，アンケート結果の時系列比較

従業員満足度(CS)の改善

ここで本年度は，行動観察手法とインタビューを実施し，人員・設備レイアウト変更によるCSの変化について調査を行った．以降にその概要と調査結果について説明する．

■調査方法

観察・インタビュー調査

【改装前（1回目）】2014年6月8日（日）12：00～14：00

【改装後（2回目）】2014年7月13日（日）12：00～14：00

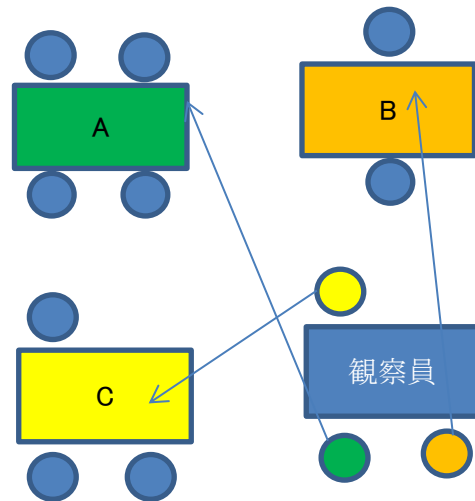
■調査詳細

(i) 顧客への事前説明

対象者と待ち合わせし、集合後に当日の流れについて説明

(ii) がんこ寝屋川店で食事

- ・ 入店時は観察員が先に入店し、着席する。数分後対象者に入店。
- ・ 観察員・対象者が入店し、対象者には通常通り食事をしてもらった。
- ・ オーダーする料理は、5～6種類のメニューから選択。
※変数を減らすため、対象者は1回目、2回目で同じ料理を注文した。
- ・ 事前に対象者にICレコーダーを渡し、食事中の会話を録音した。
- ・ 観察員1名が対象者1組を担当し、観察からインタビューまでを実施。



調査レイアウト

(iii) 顧客へのインタビュー

退店後、付近の喫茶店などへ移動し、対象者にインタビューを実施した。

(iv) カウント内容

1. 時間の計測

- ・オーダ完了（スタッフが席を離れた瞬間）から各料理提供までの時間計測
 - ーオーダ完了から 1 品目の料理提供までの時間
 - ー1 品目が来てから全ての料理提供までの時間
- ※ドリンク等追加オーダがあった場合、同様に時間を計測

2. 笑顔のカウント

- ・スタッフへオーダするときから全ての料理が提供されてから 2 分後までの対象者の笑顔をカウント

※ 笑顔のカウントは観察員から見て、表情が読み取れる側に着席している対象者をカウント対象とした

※カウント条件を揃えるため、1 回目と 2 回目で対象者が着席する位置は固定

※オーダしてから 1 品目の料理が提供されるまでの待ち時間でのカウントは、他の時間と分けてカウント

※追加注文がある場合も同様にカウント

(v) インタビュー内容

<方法>

「よかった」～「よくなかった」の 5 段階で尺度を設け、観察員の質問に対し、あてはまるものを選択してもらい、その理由を確認した。

※対象者は 1 回目、2 回目ともにインタビューを受けるため、1 回目で目的を悟られないよう、店舗全体についてインタビューを行った。

<インタビュー項目>

- ・従業員の接客
 - ー最初の案内
 - ーお茶・おしぼりを出す
 - ーメニュー等についての説明
 - ーオーダー
 - ー配膳
 - ー食べ方の説明
 - ー（2回目のみ）店内販売・調理など
 - ー下膳
- ・待ち時間/料理の提供スピード
- ・料理のおいしさ（温度など料理の状態・味など）
- ・空調
- ・店内の雰囲気
- ・メニュー・POP（デザート・ドリンク等）
- ・その他サービス
- ・全体的な満足度
- ・料理提供時間に対する意識（「家族と一緒にならば料理がすぐに出てこなくても気にならない」「早すぎると作り置きな感じがしてしまう・・・」など）
- ・従業員の接客・サービスで、特に良かった（印象的だった）ことと、その理由
- ・もっとこんなサービスがあればなど、意見・要望

【2回目のみ質問】

- ・1回目と尺度が変わった場合、どうしてそう思ったのか
- ・料理の提供スピード向上によって、店舗への満足度が変わるか
- ・対象者にとって、料理を出してもらった最適なタイミングとは何か（早ければいいのか、そうではないのか）
- ・最適なタイミングで料理を出されたら、料理のおいしさはアップすると思うか

■調査結果

(i) 待ち時間の時間比較

実際の計測時間

- ・ 3組中1組「シニア夫婦」の待ち時間全体（注文完了から全品配膳完了まで）が短縮。
- ・ 注文完了から1品目配膳までの待ち時間は、3組中2組（シニア夫婦・ファミリー）で短縮。
- ・ 1品目配膳から全品配膳完了までの待ち時間は、3組中2組（シニア夫婦・女性グループ）で短縮。

(ii) 待ち時間/料理提供スピードに対する満足度

子供を除く7名中3名（シニア夫婦2名・ファミリー1名）が、待ち時間に対する評価が上がっていた。待ち時間合計や1品目までの待ち時間が短くなった対象者に関しては概ね評価が上がっている。

残り4名も改装前後で待ち時間に対してほとんど不満がない状態であった。そのため、実際に提供時間が早くなることでお客さまの評価が上がる可能性は高い。

しかし、インタビューより「早すぎると作り置きではないかと思う」という意見もあるため、早すぎる料理提供が必ずしも良いとは限らないと考えられる。

(iii) 料理のおいしさ（温度など料理の状態・味など）に対する満足度

3組7名中3名（女性グループ）が、おいしさに対する評価が上がっており、3名ともに天ぷらがおいしくなったという意見があった。

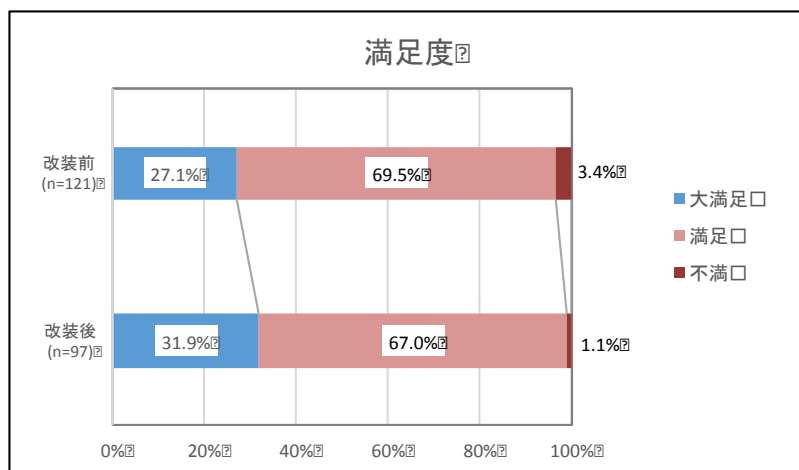
女性グループは、改装後の1品目配膳～全品配膳の時間が60秒と3組で最も短く、タイムラグを少なく提供できたといえる。そのため、お客さまがおいしい状態で食べ始められ、おいしさへの評価が上がったと考えられる。

評価が変わらなかったファミリーでも、天ぷらの状態や料理の温かさについて良い意見も挙げられた。

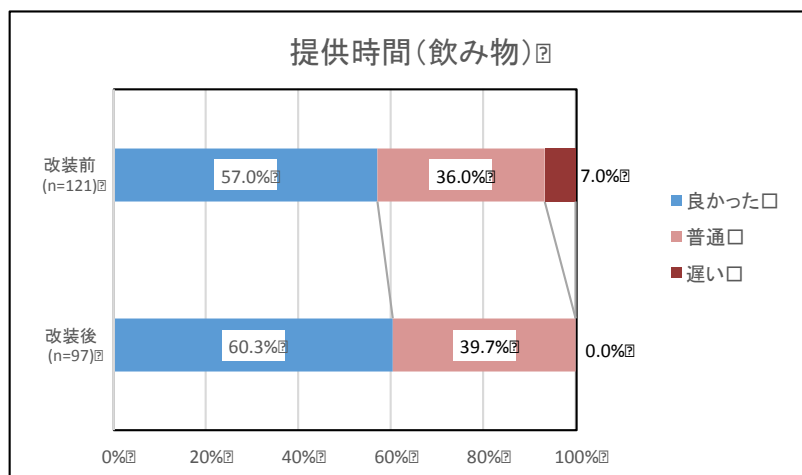
(iv) 全体的な満足度

3組7名中3名（ファミリー2名・女性グループ1名）が評価が上がっており、うち2名が料理のおいしさについて好評価であった。シニア夫婦は全体的な満足度は変わらなかった。

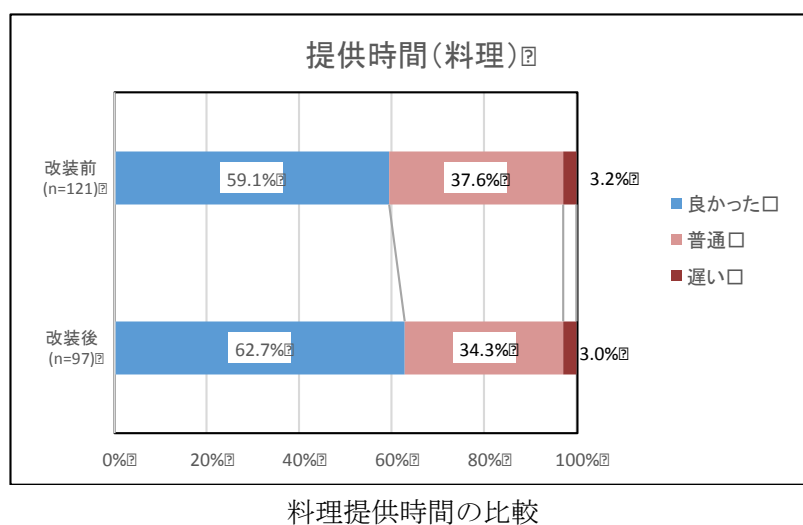
全体的な満足度では、接客や店舗に関する意見も多く上がったため、料理提供時間と合わせて質を向上していくことで、お客さまの満足度をさらに上げることができると考えられる。



顧客満足度の比較



飲み物提供時間の比較



(4) 実施項目4：共創的デザインに基づくサービスモデルの構築

本プロジェクトで対象として取り上げた外食産業における取組みは、決してレストラン固有のものではなく、有形財を提供する旅館や中食、レンタル業といった他のサービス産業にも展開可能である。さらに、これからは、優れたモノを製造し販売するという交換価値よりも、むしろ製品を顧客が使用する段階における使用価値に注目し、その価値創造の追求が求められている製造業にも同様のアプローチの実践が重要な課題となっている。

そこで、本プロジェクトで提案する共創的デザインのコンセプトに基づいた環境変動適応型サービスモデルの汎化や製造業への横展開を目的に、精密工学会総合生産システム専門委員会内にある製造業を中心とした複数の企業メンバーを含んだサービス生産システム小委員会と連携をとりながら、この実践を試みた。さらに、サービス学会において、「製造業のサービス化」に関するSIGを立ち上げ参加し、今年度の後半にはいくつかの製造業ヘドリープインタビューをかけ、製造業のサービス化の指標やレベル、取り扱う製品特性によるメリットやディメリットなどに関する整理と検討を実施した。

3-3-4. 平成27年度の研究開発結果と成果

(1) 実施項目1と2：厨房レイアウトと人員レイアウトの検証

まず厨房レイアウトについては、昨年度で実装まで済ませ、今年度は実施項目2に注力を行った。そして本実施項目では、サービス満足度向上に向けて組合せオークションを用いた人員シフト計画手法の提案を行ってきた。昨年度までの取り組みでは、提案モデルを実規模問題に適用するにあたり、新たなアルゴリズムの提案と計算機実験による特性解析を行った。今年度は、さらに詳細な提案手法の有効性検証を実施したので、以下に述べる。

対象システム

和食レストランは調理に特別な技術が必要とされるため、顧客の接客を主に対応するホールスタッフと、調理を担当するキッチンスタッフの区別があるが、本報告では第一段階としてホールスタッフのみを対象とする。

各従業員は各時間帯に勤務可であれば1、勤務不可能であれば0、勤務可能だができれば勤務したくなければ-1を入力した希望勤務シフト (Fig.1) を提出する。この希望勤務シフトが、実際

に作成された勤務シフトでどの程度満たされているかを ES とする。また、ホールスタッフが行う業務には、案内・接客・レジ・ドリンク・宴会受注・配膳・洗い場の 7 種類あり、同一時間内であれば各業務は全て兼業できるものとする。各時間帯において業務ごとに経営者が定めた必要能力値が設定されており、その値を満たすことで十分な顧客満足度が確保できるものとする。各従業員は業務ごとに $[0,1,2]$ の 3 段階の能力値を有しており、それぞれ「業務不可」、「業務可能」、「高いレベルで業務可能」を表す。

組合せオークションを適用したモデル化

組合せオークションとは、価値に依存関係がある複数の品物(財)を同時にオークションの対象とし、複数の財の組合せに対する入札の中から入札値が最大となる入札の組合せに財を配分するオークションである。組合せオークションには財の組合せを提示する入札者、財の配分を決定する主催者が存在し、本研究では勤務シフトを財、従業員を入札者、経営者を主催者とする。また、入札者と主催者それぞれの主観で財の組合せ・配分を決定することができる多目的構造を持つため、ES と MS を最適にする多目的最適化問題として定式化を行うことが可能となり、それぞれの主観が反映された勤務シフトの作成を目指す。

組合せオークションの適用にあたり、入札決定問題と勝者決定問題はそれぞれ従業員ごとに複数の異なった勤務シフトを作成すること、従業員ごとにいずれか一つの勤務シフトを選択し、組み合わせることによって店舗全体の勤務シフトを決定することを意味する。また、組合せオークションの初期解は入札の評価値最大化問題で導出し、組合せオークションを繰り返すことによって解の収束を図る。

本報告では実規模問題に適用するにあたり初期の勝者決定問題では実行可能解の導出が困難であることを想定し、実行可能解が導出されなかった場合のみ勝者となる入札が得られないため、big-M 法により勝者となる入札を決定する。big-M 法はペナルティ法的一种であり、一つの制約条件に関する違反数を最小にすることを目的関数としたものである。この目的関数を勝者決定問題の制約条件である必要能力値とすることによって、実行可能解が得られなかった場合にも、能力値制約に関する違反が最小となる入札の組合せを勝者とすることができる。また、big-M 法を行った際、次の繰り返しにおける入札決定問題で行う近傍作成は広い範囲での作成を行う。本提案により、実行可能解の導出が困難なデータに対しても少ない入札数、繰り返し回数で高速に解の導出を行うことが可能になると期待できる。

定式化

以下では本モデルにおける定式化の概略を説明する。

- ・ 入札の評価値最大化問題

本問題では従業員ごとに提出された希望勤務シフトをもとに、ES が最大となる勤務シフトを求める。ここで得られた勤務シフトが組合せオークションにおける初期解となる。目的関数は以下の式で表され、ES を意味する。

$$\max \sum_{d=1}^D \sum_{t=1}^T S_{i,d,t} \tau_{i,d,t} \quad (\forall i)$$

$S_{i,d,t}$ は従業員 i の d 日目の時刻 t における希望勤務シフトで、 $\tau_{i,d,t}$ は勤務シフトにおいて勤務すれば 1、そうでなければ 0 を表す決定変数である。また、制約条件は前述した勤務制約がある。

- ・ 入札決定問題

入札決定問題では、従業員ごとに入札番号 1 の入札を基にその近傍である入札を作成する。組合

セオークション初回は入札の評価値最大化問題で得られた解を、2回目以降は前回の勝者決定問題、もしくはBig-M法による勝者の決定で勝者となった入札をそれぞれ入札番号1とする。また、近傍を作成することによる改悪を防ぐため、入札番号1の入札は変更しないエリート戦略を用いる。そのため、新たに作成する入札は $J-1$ 個となる。

入札の近傍作成は、勤務がある1日を無作為に選択し、以下の9通りのうちランダムに1つ選択する。このとき、入札の評価値最大化問題における制約式はすべて満たす必要があり、作成した入札が制約条件を満たさない場合その入札を破棄し、新たに作成を行う。

1. 勤務開始時刻を1時間早くする。
2. 勤務開始時刻を1時間遅くする。
3. 勤務終了時刻を1時間早くする。
4. 勤務終了時刻を1時間遅くする。
5. 勤務開始・終了時刻ともに1時間早くする。
6. 勤務開始・終了時刻ともに1時間遅くする。
7. その日の勤務をなくす。
8. 新たに勤務を追加する。
9. その日の勤務をなくし、勤務がない1日を無作為に選択し新たに勤務を追加する。

また、入札の評価値最大化問題で最大化した従業員満足度が低下しすぎることを防ぐため、以下の追加の制約式を設ける。

$$p_{i,j} \geq \alpha P_i^{max} \quad (\forall i, \forall j)$$

追加の制約は、入札値最大化問題における入札最大値 P_i^{max} に対して、 $0 \leq \alpha \leq 1$ である α を乗じることで、入札の評価値が減じられる。つまり、 α が大きければ最大入札値に近い入札しか入札されず、得られる解は従業員満足度を重視した解が得られる。一方、小さい場合は従業員満足よりも経営者満足が重視される解が得られることとなる。

・ 勝者決定問題

勝者決定問題では、入札決定問題で従業員ごとに作成された入札から目的関数が最小となる入札の組合せを決定する。つまり、各従業員の複数の勤務シフト案のうちそれぞれ一つ選択し、店舗全体の勤務シフトを作成する。目的関数は労働投入コストつまり人件費の総和の最小化を意味し、経営者満足度を表す。本問題における定式化は以下の通り。

$$\begin{aligned}
 \min \quad & \sum_{d=1}^d \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J x_{i,j} \tau_{i,j,d,t} w_i \\
 s.t. \quad & \sum_{j=1}^J x_{i,j} = 1 \quad (\forall i) \\
 & \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J x_{i,j} \tau_{i,j,d,t} c_{i,p} \geq N_{d,t,p}^{min} \quad (\forall d, \forall t, \forall p) \\
 & x_{i,j} \in \{0, 1, \} \quad (\forall i, \forall j)
 \end{aligned}$$

勝者決定問題における決定変数は x_{ij} であり、従業員 i の入札 j を選択すれば1、そうでなければ0を表す。目的関数は従業員ごとの総勤務時間に単位時間当たりの人件費を乗じたもので、労働投入コストを表す。

制約式は順に、従業員一人につき一つの入札しか選択できない、つまり、一人の従業員につき一つの勤務シフト案しか落札されてはならない制約、必要能力値に関する制約を表す。必要能力値に関する制約は d 日目の時刻 t の業務 p において十分なサービスの質が維持できるように従業員が勤務することを表す。本制約を満たすことで十分な顧客満足度が維持されるとする。本問題で選択された入札が勝者となり、次回の入札決定問題で近傍作成する際に使用される入札となる。

• Big-M 法の導入

各従業員の入札は独立に作成されるため、それらの入札を組み合わせても勝者決定問題において実行可能解が得られるとは限らない。特に組合せオークションにおける繰り返しの初期段階では各従業員の満足度最大となる入札の近傍のみから構成される解空間は小さいため、制約条件を満たさない場合がある。その様な場合でも、勝者決定問題で実行可能解が得られなかった場合にも探索を継続して行うために、勝者となる入札を選択する必要がある。つまり、実行可能解を得るためには制約を緩和する等して探索空間を拡大する必要がある。そこで、本研究ではできるだけ早い繰り返し回数で実行可能解の導出を可能とするためにペナルティ法的一种である Big-M 法を用いて、制約違反の小さい入札の組合せを選択し勝者とする。Big-M 法はダミー変数である 0-1 変数を付加して原問題の制約条件を緩和し、原問題の制約の矛盾を許容する。ダミー変数に値を持たせることによって実行不可能な問題に対して、実行不可能部分の特定が可能である。

提案手法における Big-M 法の適用は勝者決定問題における 2 番目の制約式（必要能力値に関する制約）の緩和に用いる。定式化は以下の通り。

$$\begin{aligned}
 & \text{minimize} && \sum_{n=1}^N y_n \\
 & \text{subject to} && \\
 & \sum_{i=1}^I x_{i,j} = 1 && (\forall j) \\
 & \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J x_{i,j} \tau_{i,j,d,t} c_{i,p} + M y_n \geq N_{d,t,p}^{min} && (\forall d, \forall t, \forall p, \forall n) \\
 & x_{i,j}, y_n \in \{0, 1\} && (\forall i, \forall j, \forall n)
 \end{aligned}$$

本問題における決定変数は $x_{i,j}$, y_n であり、それぞれ従業員 i の入札 j を選択すれば 1, そうでなければ 0 を、制約式を満たさなければ 1, そうでなければ 0 を表す。目的関数は、決定変数 y_n の個数の最小化で、これは制約式の違反数をできるだけ少なくすることを意味する。その他の制約式はそれぞれ従業員一人につき一つの入札しか選択できない、Big-M 法によって緩和された制約式を意味する。

このように Big-M 法による勝者の決定を行うことによって、従業員の勤務可能時間帯が少ない場合も勝者となる入札が作成され勤務シフトが作成可能となる。また、制約違反が少なくなるように入札の選択を行うことができるので、実行可能解により早く到達できると考えられる。さらに、 y_n を調べることで、どの日のどの時間帯におけるいずれの業務に関して能力が不足しているかを確認できるため、実現場に適用する際に経営者が必要能力値行列の手直しを容易に行えるなどが期待できる。

計算機実験

• 実験設定

和食レストランの店舗を対象として計算機実験を行った。本手法の適用にあたり、実現場にお

ける以下のデータを利用した.

- 希望勤務シフト
- 決定シフト
- 各業務における必要人数
- 必要能力値
- 人件費

対象とした店舗ではホールスタッフが 22 人おりそのうち 3 名が正社員, 残りの 19 名が非正社員となる. 正社員は一週間に 40 時間以上の勤務が必要であるという制約を持つ従業員としてモデル化している. 実験条件の詳細は, 下記の表の通りである. 表中上からそれぞれ従業員数, 正社員数, 非正社員数, 計画期間 (日), 計画期間 (時間), 入札数, 1 日の勤務時間の上限, 1 日の勤務時間の下限, 最短業務間隔, 1 週間の勤務時間の上限, 1 週間の勤務日数の上限, 業務ポジション数 (案内, 接客, レジ, ドリンク, 宴会受注, 配膳, 洗い場) を表す.

実験は, 入札決定問題における閾値 α を 0.0~1.0 まで 0.1 刻みで変化させて行い, ES と MS の関係について考察する.

実験設定

従業員数	22
正社員数	3
非正社員数	19
計画期間 (日)	7
計画期間 (時間)	13
入札数	50
1 日の勤務時間の上限 (時間)	12
1 日の勤務時間の下限 (時間)	2
最短業務間隔 (時間)	12
1 週間の勤務時間の上限 (時間)	60
1 週間の勤務日数の上限 (日)	5
業務ポジション数	7

• 実験結果

実験結果を以下の表に示す. 表中の Max ES は入札の評価値最大化問題で得られた入札の評価値の合計, ES は最終的に勝者となった入札の評価値の合計, MS は勝者決定問題の値を示し単位は (円) である. また, Time は組合せオークションに要した計算時間で単位は (秒) である. 結果の値はすべて 10 試行の平均値である.

閾値 α の値が小さいほど ES が低下し MS が向上, 閾値の値が大きくなると ES が向上し MS が低下していることが確認できる. 閾値の値が大きいと, 入札評価値最大化問題における解 (Max EX の値) の近傍のみで入札が作成されるため従業員の希望が叶えられることとなる. 一方, 閾値の値が小さいと Max EX の値に比べて小さな値の入札が作成されるため, 従業員にとっては妥協した解となり, 逆に人件費が低下し経営者満足は向上するためである. 以上の結果から, ES と MS のトレードオフの関係を確認できた.

実現場における実シフトをもとに同一週間の人件費を計算すると, 61.8 万円ほどであり, 実験結果と対応させると閾値が 0.7 と 0.8 の間に相当する. これは, 実現場におけるシフトが従業員の希望を考慮したシフトとなっていることを示していると考えられる. 本研究における 3 段階に分けられた従業員能力値は簡便的なものであり, 実際の従業員の能力の違いを全て表現できてい

るとは考えられないが、更なる労働生産性向上に対する取組みの可能性を示唆している。

計算時間に関してはどの実験条件においても 50 秒前後で導出されており、短い時間で解の導出が可能であった。実現場において店舗管理者が数時間かけて導出するシフト作成過程について計算機を用いた支援が可能であることが確認できたと考えられる。

実験結果

α	MaxES	ES	MS	Time
0	659	306.2	411041	49.08
0.1	659	306.2	413235.1	48.73
0.2	659	312.5	418506.6	49.68
0.3	659	324.2	427757.9	46.6
0.4	659	347.4	450075.9	48.12
0.5	659	382.3	479238.2	49.52
0.6	659	420.5	512247	46.65
0.7	659	476	572314	45.84
0.8	659	543	652852	45.34
0.9	659	608	731390	45.77

(3) 実施項目 3：レストラン店舗におけるサービス価値創成システムの構築

サービス価値創成ループを実現するためには、各マネジメント階層の情報循環を可能にする情報システムの構築が必要となる。そのため、次図に示すように、従来サービス産業で情報循環に活用されてきた POS システムを基盤としつつ、各階層のニーズに応じたアプリケーションを組み合わせたサービス改善情報循環ループを構築した。

サービス環境改善ループは、POS システム、データサーバ、シミュレーション、GA によるレイアウト設計システムで構成されている。POS システムによってサービス提供現場（店舗）で計測された注文データは Web 経由で本社のデータサーバに蓄積され、長期的な需要データを形成する。本社では需要データを用いてシミュレーションを行い、設備量、投入労働量と需要のギャップ分析を行い、設備環境変更の是非を検討する。変更の必要性が認められた店舗については、最適環境を設計するために GA を用いた設備、人員の最適配置を仮想的に求め、設備設計者の作成したレイアウト案と比較しながら実際の設備設計案を作成、再度シミュレーションを実施してその有用性を検証する。その結果、最終的な設備レイアウト改善案を元に設備更新を行い、サービス提供現場の設備環境を抜本的に改善する。

サービス需給改善ループは、POS システム、データサーバ、APOSTOOL（需要予測システム）、レシピシステム、シフト計画システムで構成されている。POS システムで計測された需要データは、本社のデータサーバに蓄積される。当該データベースに、天候、気温、降雨量、曜日などの需要変動の説明変数となるデータを加え、需要予測に必要なデータベースを生成する。このデータベースを APOSTOOL に与え、日別、店別の客数、売上、客層予測を行い、予測データを元に将来の POS データを仮想的に生成する。将来の POS データをもとに、レシピシステムのレシピデータベースを参照して素材別発注量を求める。また、将来 POS データを用いたシミュレーション結果をもとにシフト目安を作成し、シフト計画の参考値とする。従来店長の勘と経験で行われてきたこれらの作業を、ビッグデータのマイニングやシミュレーションを活用して数値化、構造化し、より精緻な投入量決定の意思決定支援を行う。

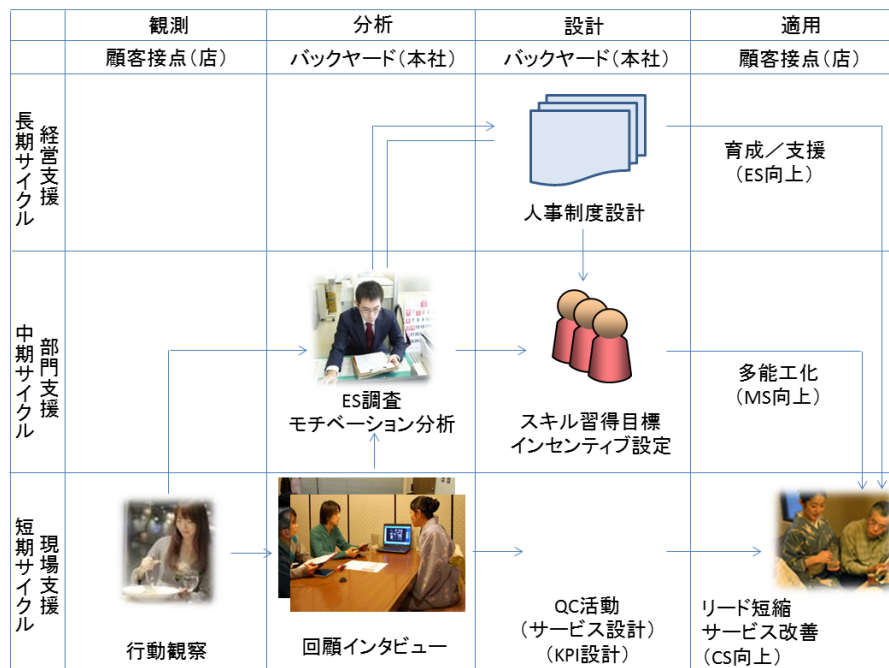
サービス品質改善ループは、POS システム、行動計測 DB、E-Learning システムで構成されている。サービス需給ループによって、サービス品質を決定する量的要因（投入労働量）は決定さ

れている。しかし、サービス品質は従業員のスキルやホスピタリティーという質的要因がより大きく影響を及ぼすため、個々の従業員のスキル向上を実現しなければならない。行動観察によって店舗で発生するすべての作業を計測し、作業データベースを作成する（このデータベースはシミュレーションにも供与される）。店舗で発生する作業のうち、習熟が必要な作業、単純作業であっても作業方法によって作業品質の異なる作業について、最高レベルのスキルを保有する従業員の作業、および作業を習得するためのコツや知見をVTR化し、E-Learningシステムを通じて全従業員に供与される。従業員は、当該VTRを観察しながら自身のスキルを高め（Off-J-T）、日々のサービス提供（OJT,OJL）を通じて継続的にサービス品質を向上させていく。



サービス改善情報循環ループ

サービスマネジメントシステムは、確かに各マネジメント階層の従業員を支援するために有意な情報や仮説、数値を提供するが、あくまでサービス品質を向上させるための環境要因を改善するためのものであり、サービス品質自体が本システムによって向上するわけではない。サービスは顧客と従業員とのインタラクションや行動、経験によって共創されるものであるため、従業員のモチベーションや意欲、働き甲斐などの動機づけ要因を向上させることが必要である。そのため、サービスマネジメントシステムと一対をなす、サービス価値ループを構築した(次図)。



サービス改善支援ループ

サービス環境改善ループは、行動観察、モチベーション分析、人事制度で構成されている。顧客満足度を向上することはすべての企業にとって持続的成長の重要な KSF であるため、CS 向上は企業自身にとって大きな経営目的である。一方、CS 増加に伴って客数が増加した場合、従業員にとっては単位当たりの作業量が増加するため、肉体的負荷が大きくなる。また、CS 向上のためにはトラブルシューティング、センシング、より細やかな連携などの精神的負荷も大きくなる。また、労働生産性向上を実現するため、設備環境や人員レイアウトを需要変動に対して最適化を図る結果、反射効として従業員の作業負荷が大きくなるため、従業員側から見た場合労働強化につながる可能性が大きい。CS 向上が ES 向上にもつながるように、従業員のモチベーション向上策を構築する必要がある。そこで、従業員のモチベーション分析に基づき、CS 増加の KPI である売上、客数の増加に伴い、従業員のインセンティブが付与される報酬システムを導入し、CS 向上に対するモチベーションを高めていく。

サービス需給改善ループは、行動観察、スキル評価、人事制度、スキル設定目標面接制度で構成されている。本研究では、サービス提供現場における需要変動に対する投入労働量の弾力化を図るため、ライン生産とセル生産システムを組み合わせた生産システムを現場に導入している。セル生産に対応するためには、焼き物、煮物、刺身などすべての調理ジャンルを網羅的に技術習得する必要があるため、多能工の確保がラインセル混合システムを運用する要件となる。従業員にとってスキル習得は従業員にとって自己成長要因であるが、多能工と単能工の処遇に格差がない場合、スキル習得に対するインセンティブが働かない。また、高スキル作業ほど習得が困難であるため、習得するスキルの種類のみならず、スキルの難易度に対する評価も重要となってくる。そこで、行動観察に基づいて作成された作業データベースをもとに、スキルの種類を類型化するとともにスキルの難易度を測定してスキル単価を定め、従業員の習得したスキル数×スキル単価で報酬を決定するシステムを構築した、これをもとに上司と従業員との面談でスキル習得目標を面接で定め、一定期間経過後にスキル習得度を評価し、時給に反映させる。

サービス品質改善ループは、行動観察、回顧的インタビュー、QC サークル活動で構成されている。本研究は、主に顧客への納期短縮を顧客満足度の KPI としている。設備レイアウト改善、生産能力と需要の最適化などは、短納期実現の重要な要因であるが、従業員の連携、作業方法の

改善，作業場所の治具や道具配置の改善など，人的要因によるリードタイム変動要因も重要である．また，本研究では，設備レイアウトや人員レイアウトの改善によって小生じた生産力余剰（従業員の労働時間）を顧客接点に再投資し，顧客ニーズへの細やかな対応や，今まで顧客に提供できていなかったサービスをあらたに提供することで顧客満足度を向上させることも目的としている．そのため，現場における作業性の継続的改善，顧客接点における日々のサービス設計，提供を計測的に実施することが重要になってくる．そこで，行動観察で得た接客サービスの質的側面（顧客の反応，従業員の表情，顧客への回顧的インタビューで得た真の顧客ニーズ）を従業員フィードバックし，職場の問題点改善を実現するための QC サークルを結成，現場でサービス改善やリード短縮に継続的に取り組む．一定の活動期間後，再度行動観察と回顧的インタビューを実施し，サービス改善の質的側面についてのフィードバックを実施し，QC サークルの成果確認につなげていく．

（４）実施項目４：共創的デザインに基づくサービスモデルの構築

今年度も，本プロジェクトで提案する共創的デザインのコンセプトに基づいた環境変動適応型サービスモデルの汎化や製造業への横展開を目的に，精密工学会総合生産システム専門委員会内にある製造業を中心とした複数の企業メンバーを含んだサービス生産システム小委員会と連携をとりながら，この実践を試み，その概要を報告書として活動をまとめた．また，今年も引き続きサービス学会において，「製造業のサービス化」に関する SIG に参加し，サービス学会国内会議やサービス学会国際会議などにおいて，サービスモデル構築にむけた議論を展開した．今後も引き続きこれらの活動を続けていく予定である．

3-3-5. プロジェクト全体を通じて得られた研究開発結果と成果

以上のように，3-3-1 から 3-3-4 において，本プロジェクトにて達成した研究開発結果と成果について，年次ごとに詳しく説明を行った．ここでは，本プロジェクト全体を通じて得られた研究開発結果と成果について以降にまとめる．なお，全体を纏めているため，その一部が 3-3-1 から 3-3-4 に記載した内容と重複する内容となっていることをあらかじめお断りしておく．

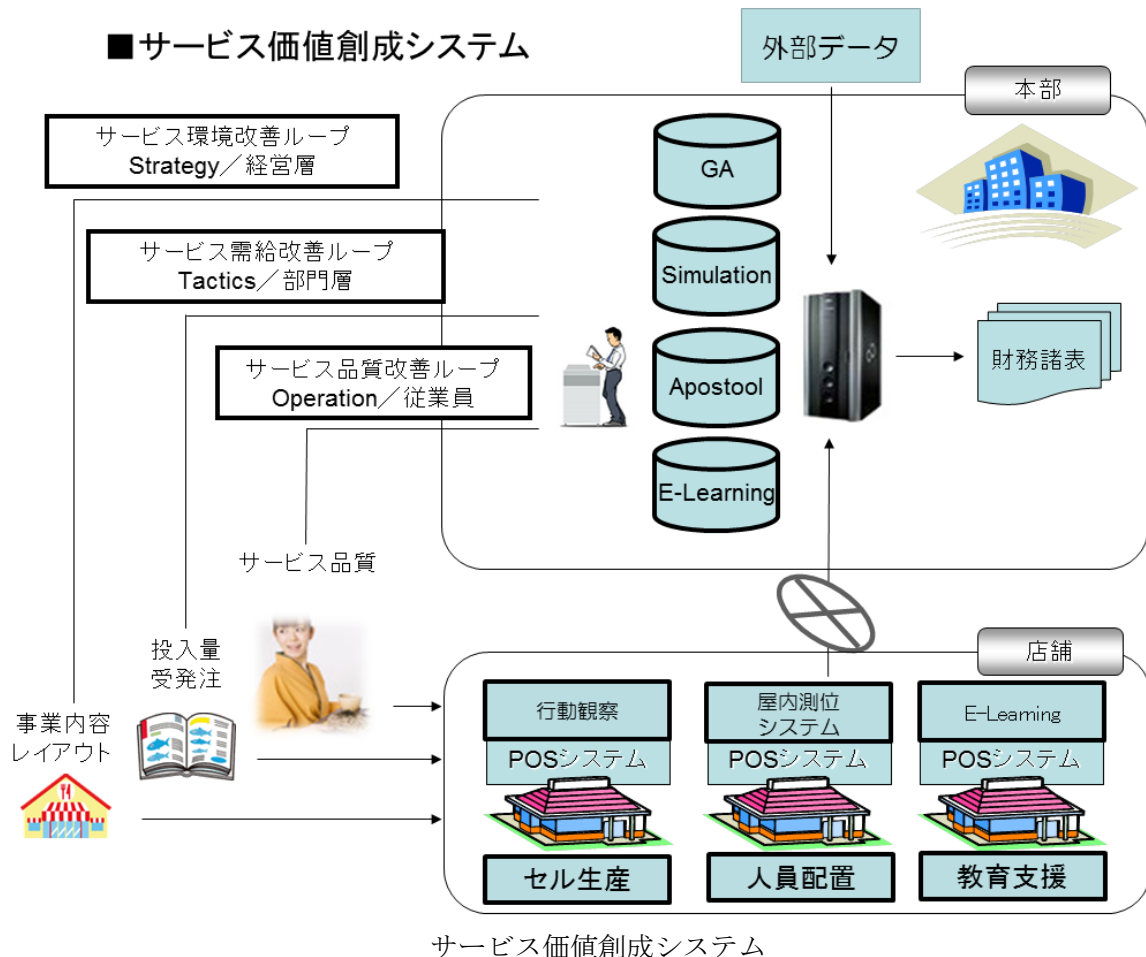
本プロジェクトは，前述のとおり，A 研究（問題解決型研究）として外食産業という具体的な対象に対する課題解決を行う一方，その汎化やサービス科学研究における位置付けと貢献を意識しながら研究開発を進めてきた．以降では，これらの研究開発結果と成果について説明する．

（１）ここで取り組んだサービスモデル設計法の一般化と具現化

3-3-2 にても説明したとおり，本プロジェクトでは，本研究にて構築されたシステム群を統合的に運用することで，労働集約型サービス産業において生産性向上実現を図るための**サービス価値創成システム**を新たに提案した（次図）．サービス価値創成システムは，後述のように，生産性向上を図るための**サービスシステム系**（サービス改善情報循環ループ）と**サービスマネジメント系**（サービス改善支援ループ）により形成されている．前者はサービス改善に対する工学的なシステムズアプローチであり，後者はサービス改善に対する経営マネジメントの視点からの人的アプローチである．

サービス科学分野では，その黎明期より，SSME という概念が提唱されてきた．サービス産業の生産性向上には，科学的，工学的アプローチによる効率化，システム化，定式化が求められる一方，サービスの提供者，受容者ともに人間であるため，人間の活動や組織，情緒のような側面も考慮されなければならない．また，人間のサービス受容，提供には様々なリスク要因，制約条件があるため，一連の法制やルールなども検討を行うことが重要となる．すなわち，文理双方のアプローチでサービスを研究し，生産性向上の実現を目指す必要がある．理論的，概念的研究は

この10年で大きく進化したものの、サービス提供現場において科学的・工学的アプローチとともに経営学的アプローチによって研究を行い、1つの統合されたシステムが提案された例はない。サービス価値創成システムは、本研究における最大の成果であるということができる。



サービス価値創成システムは3つのループで構成される。第1のループは、長期的な来店顧客やサービス形態の変化に応じてビジネスモデルや設備などのサービスのファンダメンタルズ自体を変更するためのサービス環境改善ループである。新規サービスの出現や顧客の経験によるサービス価値の陳腐化、商圈人口の変動に伴う来店客数の減少など、ビジネスモデル自体を変更する必要性が生じることがある。そこで、長期間にわたる来店客数や購買データなどの内部データ、経済環境なコーザルデータから当該ビジネスモデルのKPIを求め、サービス再設計を行うとともに、内部に蓄積されたビッグデータをもとにシミュレーションを実施し、設備レイアウトの変更を行い、顧客満足と生産性向上との両立を図る。このループは数年ないしは10年単位の長期的情報循環であるとともに、CEO, COOなど経営者の業務改善ループである。

第2のループは、顧客の購買履歴や外部データを元に需要を予測し、需要変動に応じて投入労働量や素材の購買量を最適化するためのサービス需給改善ループである。サービス業は、サービス財の特性上、サービス自体を在庫できないために従業員の待機、および素材や商品のスタンバイによって在庫を行う必要がある。そのため、顧客の需要量と投入生産要素（人、素材）の最大公約数で購買量や生産性が規定される。顧客の購買量を最大化するため、従来部門長（店長、調理長）が行ってきた需要予測の正確性を飛躍的に向上させ、生産性の最大化を図る。このループは1カ月ないし1年単位の中期的情報循環であるとともに、店長、調理長など部門長の業務改善

ループである。

第3のループは、日々のサービス現場におけるサービス品質を持続的に改善し、顧客満足度を向上させるためのサービス品質改善ループである。労働集約型対面サービス産業では、顧客接点における従業員のホスピタリティ、ふるまい、対応速度などの要因で顧客満足度が決定される。従業員のサービス品質を持続的に向上させるため、高スキル従業員のオペレーションやサービスを共有し、再現性を高めるとともに、店舗のオペレーションを改善することによって同一投入労働量であっても作業余裕率を向上させ、顧客ニーズに対する従業員の即応性を高めるとともに、より顧客接点を増加させることを目的としている。このループは1日単位の短期的情報循環であるとともに、現場従業員の業務改善ループである。

サービスシステムによる価値創成ループの構築

本研究の目的を達成するため、3-3-4でも説明のとおり、マネジメントの各階層に対し、設備レイアウトの最適化、シフトの最適化など生産性向上政策推進を支援するための情報循環を実現するサービスシステム群を構築した（次図）。



サービスシステムによる価値創成ループ

第1に、設備レイアウトの改善、需要（料理の注文）と料理生産能力の最適化による投入労働量の最小化を図る必要がある。そのため、顧客接点（店舗）で計測された顧客の注文データ（需要）、調理するための作業や料理ごとのリードタイム、人員投入（供給）データを活用してシミュレーションをおこない、設備量や配置を改善するためのシステムを構築したPOSシステムによってサービス提供現場（店舗）で計測された注文データは、Web経由で本社のデータサーバに蓄積され、長期的な需要データを形成する。本社では需要データを用いてシミュレーションを行い、設備量、投入労働量と需要のギャップ分析を行い、設備環境変更の是非を検討する。変更の必要性が認められた店舗については、最適環境を設計するためにGAを用いた設備、人員の最適配置

を仮想的に求め、設備設計者の作成したレイアウト案と比較しながら実際の設備設計案を作成、再度シミュレーションを実施してその有用性を検証する。その結果、最終的な設備レイアウト改善案を元に設備更新を行い、サービス提供現場の設備環境を抜本的に改善する。

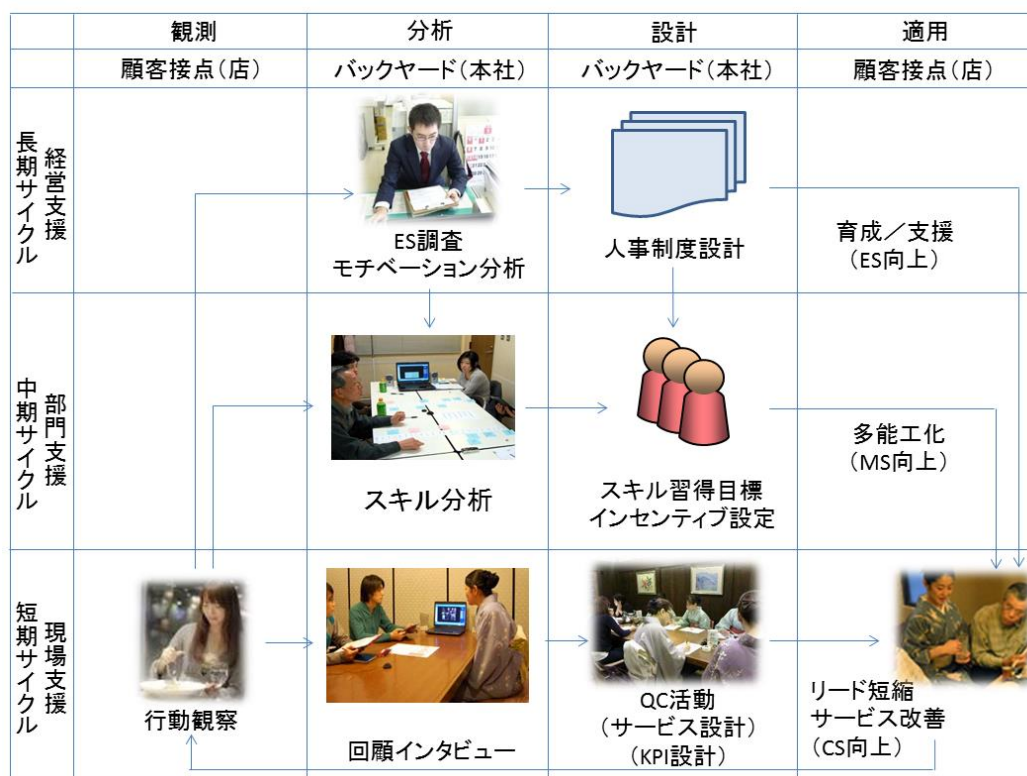
第2に、当該設備環境において、顧客の需要変動を予測し、予測に対して投入労働量を最適化することで過剰な人員投入や機会損失の低減を実現するための需要予測システムと人員スケジューリング手法の統合運用システムを開発した。POSシステムで計測された需要データは、本社のデータサーバに蓄積される。当該データベースに、天候、気温、降雨量、曜日などの需要変動の説明変数となるデータを加え、需要予測に必要なデータベースを生成する。このデータベースをAPOSTOOLに与え、日別、店別の客数、売上、客層予測を行い、予測データを元に将来のPOSデータを仮想的に生成する。将来のPOSデータをもとに、レシピシステムのレシピデータベースを参照して素材別発注量を求める。また、将来POSデータを用いたシミュレーション結果をもとにシフト目安を作成し、シフト計画の参考値とする。従来店長の勘と経験で行われてきたこれらの作業を、ビッグデータのマイニングやシミュレーションを活用して数値化、構造化し、より精緻な投入量決定の意思決定支援を行う。

第3に、日々のサービス提供現場において、従業員が柔軟に作業分担を変更することでサービスオペレーションの柔軟性を向上させるため、多能工化を実現するためのE-Learningシステムを開発した。サービス需給の改善によって、サービス品質を決定する量的要因（投入労働量）は決定されている。しかし、サービス品質は従業員のスキルやホスピタリティという質的要因がより大きく影響を及ぼすため、個々の従業員のスキル向上を実現しなければならない。行動観察によって店舗で発生するすべての作業を計測し、作業データベースを作成する（このデータベースはシミュレーションにも供与される）。店舗で発生する作業のうち、習熟が必要な作業、単純作業であっても作業方法によって作業品質の異なる作業について、最高レベルのスキルを保有する従業員の作業、および作業を習得するためのコツや知見をVTR化し、E-Learningシステムを通じて全従業員に供与される。従業員は、当該VTRを観察しながら自身のスキルを高め（Off-J-T）、日々のサービス提供（OJT,OJL）を通じて継続的にサービス品質を向上させていく。

サービスマネジメントによる価値創成ループの構築

しかし、労働集約型、かつ対面型サービス産業の場合、サービスオペレーションやサービス品質は従業員のモチベーションやスキル、チームワークなど人的要因が大きく影響するため、マネジメント階層を支援するハードウェアやシステムを構築しても生産性向上という目標を達成することは困難である。そのため従業員のスキルやモチベーション、チームワーク向上を実現するためのサービスマネジメントの視点からの分析や制度群を構築した（次図）。

第1に、従業員のモチベーションを向上させるための支援システムである。顧客満足度を向上することはすべての企業にとって持続的成長の重要なKSFであるため、CS向上は企業自身にとって大きな経営目的である。一方、CS増加に伴って客数が増加した場合、従業員にとっては単位当たりの作業量が増加するため、肉体的負荷が大きくなる。また、CS向上のためにはトラブルシューティング、センシング、より細やかな連携などの精神的負荷も大きくなる。また、労働生産性向上を実現するため、設備環境や人員レイアウトを需要変動に対して最適化を図る結果、反射効として従業員の作業負荷が大きくなるため、従業員側から見た場合労働強化につながる可能性が大きい。CS向上がES向上にもつながるように、従業員のモチベーション向上策を構築する必要がある。そこで、従業員のモチベーション分析に基づき、CS増加のKPIである売上、客数の増加に伴い、従業員のインセンティブが付与される報酬システムを導入し、CS向上に対するモチベーションを高めていく。



サービスマネジメントによる価値創成ループ

第2に、従業員の多能工化を実現するための支援制度である。本研究では、サービス提供現場における需要変動に対する投入労働量の弾力化を図るため、ライン生産とセル生産システムを組み合わせた生産システムを現場に導入している。セル生産に対応するためには、焼き物、煮物、刺身などすべての調理ジャンルを網羅的に技術習得する必要があるため、多能工の確保がライン・セル混合システムを運用する要件となる。従業員にとってスキル習得は従業員にとって自己成長要因であるが、多能工と単能工の処遇に格差がない場合、スキル習得に対するインセンティブが働かない。また、高スキル作業ほど習得が困難であるため、習得するスキルの種類のみならず、スキルの難易度に対する評価も重要となってくる。そこで、行動観察に基づいて作成された作業データベースをもとに、スキルの種類を類型化するとともにスキルの難易度を測定してスキル単価を定め、従業員の習得したスキル数×スキル単価で報酬を決定するシステムを構築した、これをもとに上司と従業員との面談でスキル習得目標を面接で定め、一定期間経過後にスキル習得度を評価し、時給に反映させる。

第3に、従業員のチームワークや持続的サービス改善活動を促進するための支援システムである。本研究は、主に顧客への納期短縮を顧客満足度のKPIとしている。設備レイアウト改善、生産能力と需要の最適化などは、短納期実現の重要な要因であるが、従業員の連携、作業方法の改善、作業場所の治具や道具配置の改善など、人的要因によるリードタイム変動要因も重要である。また、本研究では、設備レイアウトや人員レイアウトの改善によって小生じた生産力余剰（従業員の労働時間）を顧客接点に再投資し、顧客ニーズへの細やかな対応や、今まで顧客に提供できていなかったサービスをあらたに提供することで顧客満足度を向上させることも目的としている。そのため、現場における作業性の継続的改善、顧客接点における日々のサービス設計、提供を計測的に実施することが重要になってくる。そこで、行動観察で得た接客サービスの質的側面（顧客の反応、従業員の表情、顧客への回顧的インタビューで得た真の顧客ニーズ）を従業員フィードバックし、職場の問題点改善を実現するためのQCサークルを結成、現場でサービス改善やリ

ード短縮に継続的に取り組む。一定の活動期間後、再度行動観察と回顧的インタビューを実施し、サービス改善の質的側面についてのフィードバックを実施し、QCサークルの成果確認につなげていく。

さて、ここで示した価値創成ループにおける、本プロジェクトで取り組んだ空間的・時間的レイアウト設計のシミュレーションや最適化手法、ES/CS解析のための行動観察手法など、3-3-1から3-3-4で詳細に説明した様々な技術的アプローチの位置付けについて、次の図に示す。

この図からも分かるように、ここで提案する共創的デザインは、シミュレーションと遺伝的アルゴリズムを用いた厨房やフロアの空間的なレイアウトデザインという中長期的な改善プロセスと、組合せオークション手法に従う人員シフトという時間的なレイアウトデザインという短中期的な改善があり、それぞれの改善ループにおいて、長期的サイクル、中期的サイクルにそれぞれ位置していることが分かる。また、ES/CS解析のための行動観察手法は、日々の現場改善や教育へのフィードバックが可能であり、短期サイクルに位置付けられるものである。

	観測	分析	設計	適用
	顧客接点(店)	バックヤード(本社)	バックヤード(本社)	顧客接点(店)
長期 経営 サイクル 支援		シミュレーション オペレーションズ リサーチ VR	遺伝的アルゴリズム Human Recourse Mgt IRR(投資回収モデル)	
中期 部門 サイクル 支援		顧客行動モデリング データマイニング 認知心理学 行動科学	組合せオークション スケジューリング 法学(労基法)	
短期 現場 サイクル 支援	行動観察 行動計測	人間行動モデリング エスノグラフィー	スキル習得	IE 人間工学

価値創成ループと技術的アプローチの関係性

(2) 本プロジェクトのサービス科学における位置付けと貢献の明確化

まず次ページに、サービス科学研究領域の一般的な構造図を示す。

この図にあるように、価値創造基盤システムは多くの隣接する科学領域から成り、そこから抽出される価値創造システムの構成要素から価値創造プラットフォームが構築される。さらに、そのプラットフォームを目的別のサービスシステムへ展開することで実社会における課題解決が実現される。



サービス科学研究領域

ここで、我々が本プロジェクトで対象とした4つの店舗について、その取り組み内容と上記サービス科学研究の4段階へのマッピングを以下の図に示す。

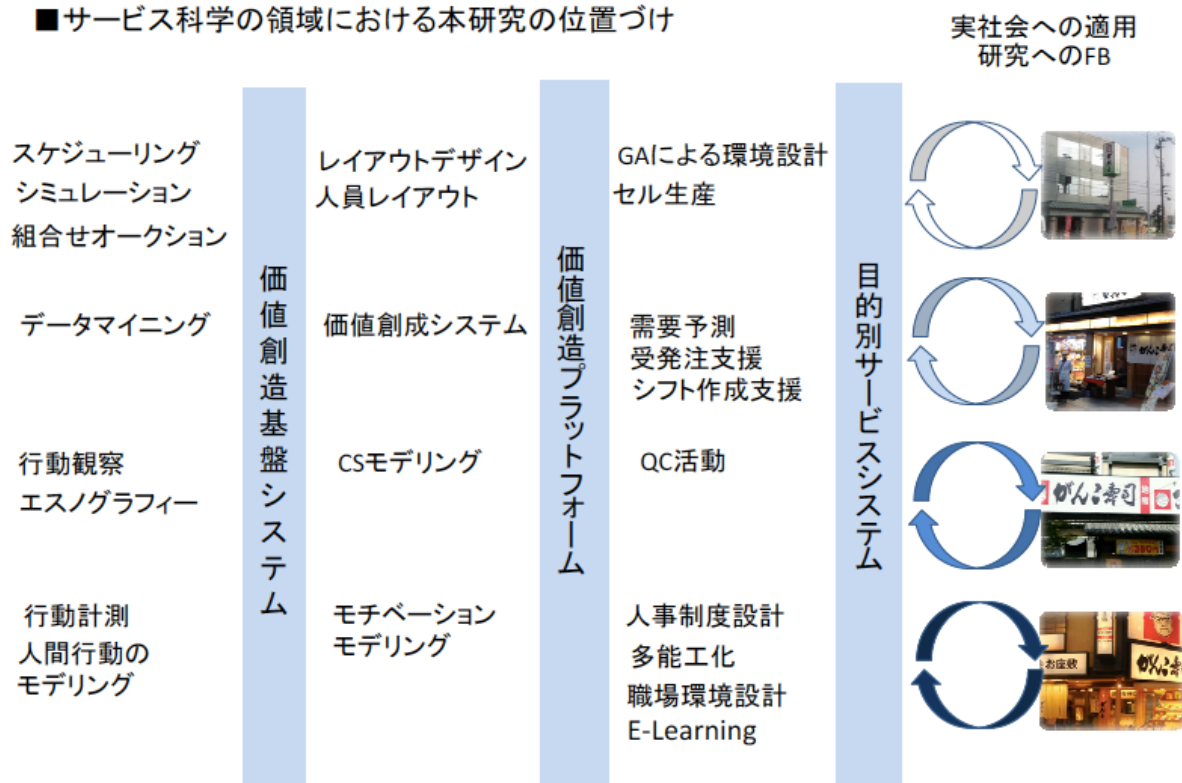
	下鳥羽(H24)	曽根崎(H25)	寝屋川(H26)	難波(H27)
レイアウト 設備	シミュレーション稼働のためのデータ計測、プログラム作成／新店舗設計に 試験的に導入	シミュレーション結果を元に設備を改装、 リード短縮 への有用性を検証	シミュレーション結果を元に設備を改装、 投入労働量の削減 に対する有用性を検証	リードタイム、稼働率に加え、移動距離をシミュレーションし、 従業員の負担軽減 への有用性を検証
レイアウト 人員		従業員の多能工化、時間常別作業場所変更を行い、 人員レイアウト改善 の方向性を検討	多能工＋稼働率向上をKPIとした人事制度に変更し、 ES向上＋生産性改善 に対する有用性を検証	人事制度、設備環境改善に伴う モチベーション向上 を検証するとともに、 ES向上モデル の検討を実施
の検証 向上		実店舗においてリードタイムを計測し、シミュレーションの リード短縮 に対する有用性を検証	顧客の行動観察を行いオペレーション改善に伴う サービス改善 に対する有用性を検証	本モデルにおける改善店舗の客数増加を分析し、本研究による 顧客満足度 に対する有用性を検証
MS	(シミュレーション)	リード短縮	生産性	生産性
CS		リード短縮	サービス改善	ファンの増加
ES			不満要因の解消	モチベーション

	下鳥羽(H24) 	曾根崎(H25) 	寝屋川(H26) 	難波(H27) 
テーマ	シミュレーション構築 KPIの検討	実店舗への導入 KPIの計測	KPIの改善 目的別SSの構築	目的別SSの導入 効果の確認
システム	行動計測 調理行動モデル化 シミュレーション	行動観察 エスノグラフィー レイアウト設計 (実店舗デザイン)	スケジューリング 組合せオークション	データマイニング
プラットフォーム			顧客満足計測 モチベーションの計測 →モデリング	
目的別SS			E-Learning 人事制度設計 多能工化	需要予測 受発注支援 シフト作成支援 職場環境設計

本プロジェクトでの取り組み内容とサービス科学研究の位置付け

ここで、以上のような本プロジェクトにおける取り組みや技術的アプローチについて、サービス科学研究領域に従い整理した内容を次の図に示す。

■サービス科学の領域における本研究の位置づけ



本プロジェクトのサービス科学研究領域における位置付け

この図に示すように、本プロジェクトでは同じ外食店舗であっても、立地条件や特性が全く異なる4つの異なる目的別サービスシステムに対し、サービス科学研究領域の隣接科学領域から価値創造基盤システムの構築、プラットフォーム形成など、問題解決型のA研究として全てを横断的に取り込み課題解決へ取り組んでいることが分かる。

以上の結果、既存のサービス科学分析において、本研究は価値創造基盤システムから実社会における課題までを統合的に包含した研究内容であることが確認できた。

3-4. 今後の成果の活用・展開に向けた状況

(1) サービス価値創成システムのさらなる汎化にむけた展開

ここで提案する3つのループを持ったサービス価値創成システムについて、外食産業を対象としたビジネスプロセスおよび店舗情報システムをひとつと完成させ、その有効性やサービス科学研究における位置付け等について確認を行った。今後は、サービス学会のSIGなどを通じ、提案手法の有効性に関する汎化について引き続き検討を進めていく。

(2) 共創的デザインの実証実験

空間的レイアウトと時間的レイアウトの共創的デザインの結果、サービス提供現場における3S(CS,ME,ES)は別個に存在するのではなく、相互に関係しあい、従業員の作業性向上は人時売上高向上につながるだけではなく、作業性改善に伴う料理提供速度の改善が顧客満足度向上にも貢献していることが判明した。古来「三方よし」と言われるが、サービス生産性向上による企業の持続的成長を実現するためには、サービス科学の実践的導入が効果的であることを明らかに示せた。今後は、さらにES余剰となったバックヤードのキッチンスタッフをホール側へ展開し、顧客とダイレクトにインタラクションすることで、今までにない新しいサービスを提供し、CSへのアンケート調査にてその有効性を検証することが重要になると考えている。

(3) 従業員満足度(ES)の中長期的な妥当性解析

定期的に集計している従業員アンケートデータをさらに詳細に解析し、中長期的な満足度向上に対する検証を実施することも重要な今後の展開である。

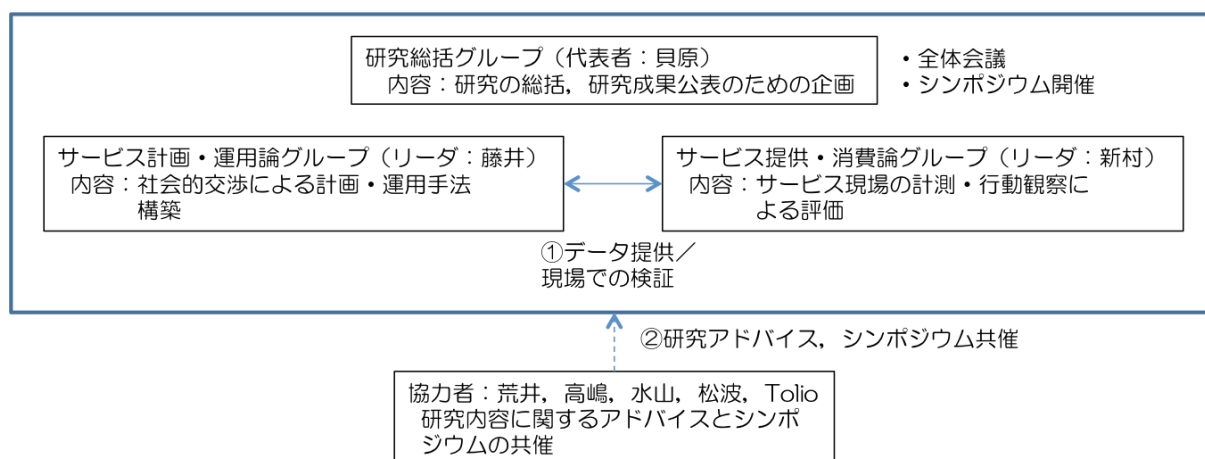
3-5. プロジェクトを終了して

プログラム運営について、とてもご苦労されている様子を常を感じていた。プログラムとそれぞれのプロジェクトがもう少し有機的な関係が持てればなお良かったように感じる。我々は、A研究ということもあり主に現場の問題解決に注力したが、同時にB研究的な成果も求められ、少し戸惑いながらもプロジェクトを進めていった。ニコニコ図など、とても分かりやすい統一的な整理にご苦労されているのは十分に分かっているが、プログラム全体の俯瞰と各プロジェクトに対する交通整理は、あくまで一つのプロジェクトを進めているだけの我々ができることではなく、もう少し明確に打ち出して頂けるとやりやすかったように思う。

4. 研究開発実施体制

4-1. 体制

体制を図示すると以下のとおりである。



4-2. 研究開発実施者

①研究グループ名：研究統括グループ

氏名	所属	役職 (身分)	担当する 研究開発 実施項目	研究参加期間			
				開始		終了	
				年	月	年	月
貝原 俊也	神戸大学大学院システム情報学研究科	教授	研究全体の進捗・運用管理および成果公表企画運営	24	10	27	9
藤井 信忠	神戸大学大学院システム情報学研究科	准教授	研究全体の進捗支援および成果公表実施	24	10	27	9
新村 猛	がんこフードサービス(株)	取締役副社長	研究全体の進捗支援および成果公表実施	24	10	27	9
野中 朋美	神戸大学大学院システム情報学研究科	特命助教	研究の進捗支援および成果公表実施支援	25	4	26	3
澤田 洋子	神戸大学大学院システム情報学研究科	研究支援員	研究進捗全般に関する事務支援	24	10	27	9
余 芳	神戸大学大学院システム情報学研究科	研究支援員	研究進捗全般に関する事務支援	25	10	26	5

②研究グループ名：サービス計画・運用論グループ

氏名	所属	役職 (身分)	担当する 研究開発 実施項目	研究参加期間			
				開始		終了	
				年	月	年	月
貝原 俊也	神戸大学大学院システム情報学研究科	教授	研究全体の進捗・運用管理および成果公表企画運営	24	10	27	9

藤井 信忠	神戸大学大学院システム情報学研究科	准教授	研究全体の進捗支援および成果公表実施	24	10	27	9
-------	-------------------	-----	--------------------	----	----	----	---

③研究グループ名：サービス提供・消費論グループ

氏名	所属	役職 (身分)	担当する 研究開発 実施項目	研究参加期間			
				開始		終了	
				年	月	年	月
新村 猛	がんこフードサービス(株)	取締役副社長	総括と現場適用	24	10	27	9
高橋俊文	がんこフードサービス(株)	常務 取締役	現場総括	24	10	27	9
大浦秀一	がんこフードサービス(株)	理事	データ分析	24	10	27	9
竹中扶志	がんこフードサービス(株)	製造部長	厨房セル，システム開発	24	10	26	3
平田雅隆	がんこフードサービス(株)	営業推進部部長	データ計測，分析	24	10	27	9
山中一郎	がんこフードサービス(株)	次長	現場支援	25	4	27	9
三好康司	がんこフードサービス(株)	次長	レイアウト設計	24	10	27	9
俣野弘幸	がんこフードサービス(株)	支配人	現場適用	27	4	27	9
谷口徹	がんこフードサービス(株)	調理長	現場適用	27	4	27	9
浅川智之	がんこフードサービス(株)	係長	シミュレーション	24	10	27	9
飯田篤志	がんこフードサービス(株)	営業推進	レイアウトシミュレーション実施	24	10	25	3
斎藤徹	がんこフードサービス(株)	係長	シミュレーション	27	4	27	9

4-3. 研究開発の協力者・関与者

氏 名・所 属・役 職（または組織名）	協 力 内 容
荒井栄司・大阪大学工学研究科・教授	研究アドバイス
高嶋克義・神戸大学経営学研究科・教授	研究アドバイス
水山元・青山学院大学理工学部・教授	研究アドバイス
松波晴人・大阪ガス行動観察研究所・技術開発部長	研究アドバイス
Tulio Tolio・ミラノ工科大学・教授	国際会議企画セッション協力

5. 成果の発信やアウトリーチ活動など

5-1. 社会に向けた情報発信状況、アウトリーチ活動など

年月日	名称	場所	参加人数	概要
2012年 11月13日	「次世代のものづくりを考える」	神戸大学六甲台キャンパス 瀧川記念交流会館	94名	本シンポジウムは、「サービス工学への招待」、および「工作機械の将来について」の2部構成で実施。ものづくりにおける「モノづくり」と「コトづくり」のそれぞれにおける最新動向を紹介し、今後の方向性についての示唆を行った。
2014年 3月11日	第二回サービス生産システムシンポジウム	神戸大学梅田 インテリジェントラボラトリ	64名	生産システムとサービス科学との接点を目指すとともに革新的なもの・コトづくりの実践を視野に開催された。サービス工学に関する招待講演、および産学におけるサービス生産システムの実践について一般講演を行い、最新動向を紹介しながら今後の方向性についての示唆を行った。

①本プロジェクトに関する以下のウェブサイトを立ち上げた。

名称：共創的デザインによる環境変動適応型サービスモデルの構築 ～レストランサービスを例として～

URL：<http://www21.cs.kobe-u.ac.jp/ristex/>

立ち上げ年月：2012年10月

② 招待講演等

- ・ Takeshi Shimmura, Management strategy, and improving productivity for restaurant industry, America, and Brazil Mission, 2013.5.
- ・ Takeshi Shimmura, Kyoro style business and innovation at restaurant industry, Doshisha University International Educate Institute, 2013.6.
- ・ 貝原俊也, 製造業のサービス化に向けて ～サービス科学研究, 東京大学ものづくり経営研究コンソーシアム, 2013.9. (招待講演)
- ・ Takeshi Shimmura, Improving productivity in Japanese restaurant business, Honsha Executive Development mission, 2013.11.
- ・ 貝原俊也, 製造業のサービス化に向けて ー価値創造を目指したものづくりー, 野洲市ものづくり経営交流センタースクール, 2013.12. (招待講演)

- Takeshi Shimmura, Sustainable service in restaurant business based on Japanese culture and service engineering, Collaborating across cultures: The 2013 RENKEI Researcher Development School in Bristol and Kyoto, 2013.12.
- 新村猛, サービス産業の生産性向上ー外食産業におけるサービス工学の導入ー, 企業経済特殊講義, 大阪市立大学経済学部, 2014.1.
- 貝原俊也: 製造業のサービス化に向けてーサービス科学研究の概要紹介, 経営技術コンサルティング協会, 総合生涯学習センター, 2014.10. (招待講演)
- 貝原俊也: IoT時代の価値共創を目指したもの・コトづくりへの挑戦, 日本機械工業連合会ものづくりパラダイムシフト対応調査専門部会, 機械振興会館, 2014.11. (招待講演)
- 貝原俊也: ”ものづくり”における海外潮流と今後日本が目指すべき方向性, ビューローベリタスジャパン講演会, 梅田スカイビル, 2015.5.13 (特別講演)

5-2. 論文発表

(国内誌 4 件、国際誌 10 件)

著者、発表論文名、掲載誌名、巻、号、発行年

- 貝原俊也, 製造業のサービス化ー交換価値によるモノづくりを超えてー, 日本経営工学会, Vol.23, No.2, 2013.
- 新村猛, 竹中毅, 大浦秀一, POSデータと調理作業時間データを用いたレストランの生産性改善, 日本機械学会誌, Vol.116, No.1132, 2013.
- Takeshi Shimmura, Takeshi Takenaka, Syuichi Ohura, Improving Labor Productivity and Labor Elasticity at Multiproduct Japanese Cuisine Restaurant Introducing Cell-Production System, Advances in Production Management Systems –Sustainable production and service supply chains, V. Prabhu, M. Taish and D. Kiritsis Eds., Springer, Heidelberg, No.2, pp. 9-16, 2013.
- 新村猛, 外食産業におけるIE・工学的アプローチの導入事例, IEレビュー, Vol.54, No.4, 2013.
- Nobutada Fujii, Toshiya Kaihara, Minami Uemura, Tomomi Nonaka, and Takeshi Shimmura, Facility Layout Planning of Central Kitchen in Food Service Industry -Application to the real-scale problem-, Advances in Production Management Systems – Sustainable production and service supply chains, V. Prabhu, M. Taish and D. Kiritsis Eds., Springer, Heidelberg, No.2, pp. 33-40, 2013.
- 貝原俊也, 谷水義隆: サービス生産システムおよびレジリエントものづくりへ, 精密工学会誌, Vol.80, No.10, pp.888-892, 2014.
- Toshiya Kaihara, Nobutada Fujii, Tomomi Nonaka, and Takeshi Shinmura, A Proposal of Adaptive Restaurant Service Model with Co-creative Design, Serviceology for Services, M. Mochimaru, K. Ueda and T. Takenaka (Eds.), Springer Japan, 2014.
- Tomomi Nonaka, Toshiya Kaihara Nobutada Fujii, Energy-block model based energy optimization of each machine's energy consumption pattern, Proceedings of 2014 International Symposium on Flexible Automation, CD-ROM, 2014.
- Nobutada Fujii, Toshiya Kaihara, Tomomi Nonaka, Jumpei Oda, Takeshi Shimmura, A study on planning method for staff shift improving service satisfaction in restaurant business, Proceedings of 2014 International Symposium on Flexible Automation,, CD-ROM, 2014.

- Tomomi Nonaka, Toshiya Kaihara, Nobutada Fujii, Jiali Zhu, Reuse and Recycle EOQ Model for Reverse Logistics with a Marginal Reuse Rate, Proceedings of the 15th International Conference on Precision Engineering, pp.460-465, 2014.
- Toshiya Kaihara, Nobutada Fujii, Tomomi Nonaka, Hironori Komai, An optimization method of electric power distribution planning with market mechanism for smart grid network, Proceedings of SICE Annual Conference 2014, pp.1567-1570, 2014.
- Tomomi Nonaka, Toshiya Kaihara, Nobutada Fujii, Fang Yu, Takeshi Shimmura, Yoshihiro Hisano, Tomoyuki Asakawa, Employee Satisfaction Analysis in Food Service Industry - Resultant of Questionnaire to the Restaurant Staff -, Proceedings of The 2nd International Conference on Serviceology, pp.9-15, 2014.
- Takeshi Shimamura, Yoshihiro Hisano, Syuichi Oura, Tomoyuki Asakawa, Toshiya Kaihara, Nobutada Fujii, Tomomi Nonaka, Using a Cooking Operation Simulator to Improve Cooking Speed in a Multiproduct Japanese Cuisine Restaurant, Advances in Production Management Systems –Innovative and Knowledge-Based Production Managment in a Global-Local, World, B. Grabot, B. Vallespir, S. Gomes, A. Bouras, and D. Kiritsis Eds., Springer, Heidelberg, pp. 556-563, 2014.
- Nobutada Fujii, Toshiya Kaihara, Tomomi Nonaka, Shun Nogam, Layout Design by Integration of Multi-agent Based Simulation and Optimization - Application to Underground Shopping Streets -, Advances in Production Management Systems – Innovative and Knowledge-Based Production Managment in a Global-Local, World, B. Grabot, B. Vallespir, S. Gomes, A. Bouras, and D. Kiritsis Eds., Springer, Heidelberg, pp. 375-382, 2014.

5-3. 口頭発表

①招待講演 (国内会議 5 件、国際会議 4 件)

- 新村 猛：行動観察・サービス工学的アプローチによる生産性向上の実践，第36回九州IE大会, 2013.
- 新村 猛：サービス産業のビッグデータ活用－外食現場の変化を経営に活かす－, Cloud Days Osaka 2013, 日経BP社, 2013.
- Takeshi Shinmura, Improvement of productivity through service engineering, Singapore Productivity Forum 2013, Singapore Productivity Association, 2013.
- Takeshi Shinmura, Improving restaurant operation in Japan, Singapore Productivity Forum 2013, Singapore Productivity Association, 2013.
- Takeshi Shinmura, Improving productivity at restaurant industry, 3rd overseas Training in Continuous Improvement, Singapore Productivity Association, 2013.
- T. Shimmura, Improving restaurant productivity Introducing service engineering, The 1st International Conference on Serviceology, 2013.10.
- 新村猛，外食産業におけるビッグデータの活用事例，オペレーションズ・リサーチ学会春季研究発表会, 2014.3.
- 新村猛，外食産業におけるサービス工学の導入事例，日本経営システム学会平成25年度第2回講演会, 2014.3.
- 新村猛，大隈隆史，貝原俊也，藤井信忠，谷崎隆士，桑原良弘：サービス産業における産学連携事例，日本経営工学会春季大会予稿集, pp.110-111, 2014.5.

②口頭発表 (国内会議 17 件、国際会議 6 件) ※①以外

- ・ 藤井信忠, 貝原俊也, 植村南海, 新村 猛: セントラルキッチンを対象とした設備レイアウトの最適化に関する研究 - 遺伝的アルゴリズムと計算機シミュレーションを用いた一解法 - 2012年精密工学会秋季大会学術講演会講演論文集, pp.223-224, 2012.
- ・ 藤井信忠, 貝原俊也, 植村南海, 新村 猛: 製販一体型のサービス生産システムに関する研究 - 外食産業におけるセントラルキッチンの設備レイアウト計画 -, Designシンポジウム2012講演論文集, pp. 241-244, 2012.
- ・ 藤井信忠, 貝原俊也, 植村南海, 新村猛: セントラルキッチンを対象とした設備レイアウトの最適化に関する研究 (第2報) -最適化とシミュレーションのハイブリッド解法-, 2013年精密工学会春季大会学術講演会講演論文集, pp.1007-1008, 2013.
- ・ 小田純平, 藤井信忠, 貝原俊也: 飲食店におけるサービス満足度向上を目指した人員シフト計画に関する基礎的研究, 経営工学会学生関西支部卒業論文・修士論文発表会講演論文集, 2013.
- ・ Takeshi Shinmura, Toshiya Kaihara, Nobutada Fujii, Takeshi Takenaka, Improving Customer's subjective waiting time using Digital Signage, Proceedings of Advances in Production Management Systems 2012 International Conference, USB, 2012.
- ・ 新村猛, 貝原俊也, 藤井信忠, 蔵田武志, 竹中毅, 労働集約型対面サービス産業を対象としたサービス価値創成システムの提案 - サービステクノロジーの統合 -, サービス学会第1回国内大会講演論文集(CD-ROM), 2013.
- ・ 貝原俊也, 藤井信忠, 新村猛, 共創的デザインによる環境変動適応型レストランサービスモデルの構築, サービス学会第1回国内大会講演論文集(CD-ROM), 2013.
- ・ 藤井信忠, 貝原俊也, 新村猛, セントラルキッチンにおける設備レイアウト計画に関する研究 - 季節変動を考慮したレイアウト生成, サービス学会第1回国内大会講演論文集(CD-ROM), 2013.
- ・ 松本加奈子, 新村猛, 松波晴人, 行動観察手法を用いた飲食業における実践的サービス・スタンダードの構築, サービス学会第1回国内大会講演論文集(CD-ROM), 2013.
- ・ 藤井信忠, 貝原 俊也, 野中 朋美, 小田 純平, 新村 猛, 飲食業におけるサービス満足度向上を目指した人員シフト計画に関する研究 - 従業員の能力差を考慮した計画手法の提案 -, 日本機械学会第23回設計工学・システム部門講演会講演論文集(CD-ROM), 2013.
- ・ Toshiya Kaihara, Nobutada Fujii, Tomomi Nonaka, and Takeshi Shinmura, A Proposal of Adaptive Restaurant Service Model with Co-creative Design, 1st I international Conference on Serviceology, 2013.
- ・ T. Shimamura, Y. Hisano, S. Oura, T. Asakawa, T. Kaihara, N. Fujii, and T. Nonaka, "Using a Cooking Operation Simulator to Improve Cooking Speed in a Multiproduct Japanese Cuisine Restaurant", Proc. of International Conference Advances in Production Management Systems, pp.33-40, Corsica, September, 2014.
- ・ Nobutada Fujii, Toshiya Kaihara, Tomomi Nonaka, Shun Nogam, Layout Design by Integration of Multi-agent Based Simulation and Optimization - Application to Underground Shopping Streets -, Proc. of International Conference Advances in Production Management Systems, Corsica, September, 2014.
- ・ 新村猛, 久野芳裕, 大浦秀一, 浅川智之, 貝原俊也, 藤井信忠, 野中朋美: 調理場シミュレータシステムを用いた多品種型和食レストランのリードタイム改善, サービス学会第2回国内大会講演論文集, pp.13-15, 2014.4.
- ・ 貝原俊也, 藤井信忠, 野中朋美, 新村猛, 大浦秀一, 浅川智之: 共創的デザインによる環

境変動適応型レストランサービスモデルの構築，サービス学会第二回国内大会講演論文集，pp.271-273，公立はこだて未来大学，2014.4.

- ・ 藤井信忠，貝原俊也，野中朋美，小田純平，新村猛：外食産業におけるサービス満足度向上を目指した人員シフト計画手法の提案—実規模問題への適用—，サービス国内大会，サービス学会第二回国内大会講演論文集，pp.325-330，公立はこだて未来大学，2014.4.
- ・ 新村猛，大隈隆史，貝原俊也，藤井信忠，谷崎隆士：サービス産業における産学連携事例，2014年経営工学会春季大会，東京理科大，2014.5.
- ・ 藤井信忠，貝原俊也，小田純平，新村猛，外食産業におけるサービス満足度向上を目指したスタッフスケジューリング手法の構築—従業員の能力差と人件費を考慮した人員配置手法の提案—，DESIGNシンポジウム2014講演論文集（USB），pp.531-535，東京大学生産技術研究所，2014.11.
- ・ 小田純平，藤井信忠，貝原俊也，新村猛，外食産業における組合せオークションを用いた人員シフト計画手法—実規模問題を対象に—，2015年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集，pp.661-662，東洋大学，2015.3.
- ・ Takeshi Shimmura, Toshihumi Takahashi, Syuichi Oura, Tomoyuki Asakawa, Toshiya Kaihara, Nobutada Fujii and Tomomi Nonaka, Enhancing Kitchen Layout and Training to Improve Management and Employee Satisfaction at a Multiproduct Japanese Cuisine Restaurant, Proceedings of The 3rd International Conference on Serviceology (ICServ2015), data-download (2015)
- ・ Nobutada Fujii, Jumpei Oda, Toshiya Kaihara and Takeshi Shimmura, A combinatorial auction-based approach to staff shift scheduling in restaurant business, Proceedings of The 3rd International Conference on Serviceology (ICServ2015), data-download (2015)
- ・ 野中朋美，新村猛，高橋俊文，貝原俊也，藤井信忠，顧客満足度を考慮した従業員満足度モデル—レストランにおける勤続年数および年齢や経験の違いによる差異の分析—，日本経営工学会2015年春季大会予稿集 pp.22-23 (2015.5)
- ・ 藤井信忠，小田純平，貝原俊也，新村猛，飲食業における共創的人員シフト計画手法に関する一検討，サービス学会第3回国内大会 講演論文集 pp.294-298 (2015.4)

③ポスター発表（国内会議 2 件、国際会議 0 件）

発表者（所属）、タイトル、学会名、場所、年月日 など

- ・ 貝原俊也，藤井信忠，野中朋美，新村猛，大浦秀一，浅川智之，共創的デザインによる環境変動適応型レストランサービスモデルの構築，サービス学会第二回国内大会講演論文集，pp.271-273，公立はこだて未来大学，2014.4.28
- ・ 藤井信忠，貝原俊也，野中朋美，小田純平，新村猛，外食産業におけるサービス満足度向上を目指した 人員シフト計画手法の提案—実規模問題への適用—，サービス国内大会，サービス学会第二回国内大会講演論文集，pp.325-330，公立はこだて未来大学，2014.4.29
- ・

5-4. 新聞報道・投稿、受賞等

①新聞報道・投稿

新聞名、掲載日付、朝夕刊の別、記事のタイトル など

- ・ 特集データサイエンティスト，日経情報ストラテジー 2013/12号
- ・ C I Oとビッグデータ 先端研究者とタッグ、外食を科学に，日経情報ストラテジー 2014/2号
- ・ ビックデータの活用 特集，週刊東洋経済 2013/4/20号

- ・ 板前経験を活かし、料亭を科学する異色経営者，日経情報ストラテジー第23巻第9号，pp.62-64，2014年8月
- ・ CXOが走る（上）がんこフードサービスの新村猛氏，データ料理し効率店舗，日経産業新聞，2014年11月
- ・ 神戸新聞，2014年10月15日，朝刊，特注のランニング靴製造へ 神戸大と県、県内4社連携
- ・ 日刊工業新聞，2014年10月21日，朝刊，神戸大など，シューズ製造で新型3Dプリンター開発 感圧センサーでデータ収集
- ・ 読売新聞，2014年10月24日，朝刊，靴作り3Dプリンター産官学で開発へ
- ・ 日本経済新聞，2015年7月29日，朝刊，3DプリンターやIoT活用 ものづくり研究拠点 神戸大

②受賞

- ・ 日本経営工学会関西支部 卒業論文・修士論文発表会 優秀学生発表賞受賞，2013年3月（発表者：小田純平，発表タイトル：飲食店におけるサービス満足度向上を目指した人員シフト計画に関する基礎的研究）
- ・ IE貢献賞貢献賞，日本インダストリアルエンジニアリング協会，2014年7月

③その他

- ・ スーパーニュースアンカー（関西テレビ放送KTV，2013/11/18放映）「ヒットの裏側ビッグデータの活用」
- ・ ZIP!（日本テレビ，2013/6/27放映）「創業50年 頑固者じゃない がんこの裏側！」

5-5. 特許出願

①国内出願（ 0 件）

- 1 発明の名称、発明者、出願人、出願日、出願番号