

# 厨房のスマート化 最前線

新型コロナウイルス感染症によるフードサービス業界の環境変化や、今年6月に完全施行されるHACCPの制度化開始、また、深刻化する人手不足などの多くの課題によって、フードサービス業界はますます効率化や省人化が求められている。こうした課題を解決するためにも、次のアクションとして厨房機器のIoT化やDX(デジタルトランスフォーメーション)化が推進されることが予測される。社会全体でスマート化が推進されている中で、実際に業務用厨房の世界において、厨房機器のスマート化はどこまで進んでいるのだろうか。

厨房×スマート化という視点だと、かつてこんな企画施設があった。2006年3月、東京・秋葉原駅前にオープンした「秋葉原UDX」の4階に、大手総合厨房メーカー5社のオール電化厨房を備えた「東京フードシアター」だ。本特集では、当時の開発責任者でもある工学博士の伊藤芳規氏に寄稿いただいているが、オール電化のデジタルキッチンを備えたレストラン厨房は、レシピのコンテンツ化や食材のデータ(カロリーや栄養価など)の入力システム、料理人の行動のデータ化など、調理にまつわるあらゆる要素をデータ化する“レコーディング機能”を備えた、まさにスマート厨房がスタートしていた。ここでは、さらに進化したデジタルキッチンの全容を紹介している。

本特集では、単なる“厨房のスマート化の促進”や“DXのススメ”ではなく、フードサービス業にとって、真に取り入れるべきスマートテクノロジーの選択の一助となれればと思っている。

企画・構成 本誌 土屋智子 取材・文 高澤豊希、笹間聖子



フジマックの食器自動仕分けロボット

## Contents

寄稿 次世代の厨房や飲食店の在り方 「厨房の可視化システム」と「食材発注推定」に関する研究

東京ガス(株)ソリューション技術部 業務用ソリューショングループ マネージャー 奥田 篤氏

(株)ループコンサルティング 代表取締役 伊藤芳規氏 博士(工学)

厨房関連メーカー各社の提案 (株)フジマック、タニコー(株)、サラヤ(株)

寄稿 次世代の厨房や飲食店の在り方

# 厨房作業の可視化システム 研究と食材発注推定値



(株)ループコンサルティング

代表取締役

伊藤芳規 博士(工学)

〈プロフィール〉物語コーポレーション、モスバーガー、ドールコーヒー他国内チェーンレストラン、ユニバーサル・スタジオ・ジャパン(USJ)などのキッチンコンサルティングおよび、京王プラザホテル、パレスホテル東京、オークラホテル、オークラ ニッコー ホテルズ、ヒルトンホテルグループ、マリオット・インターナショナル、インターコンチネンタルホテルズグループ、フォーシーズンズ ホテルズ アンド リゾート、アコーホテルズ、スターウッドホテル&リゾート(現マリオット・インターナショナル)系のホテルキッチンコンサルティングに参加。現在、エネルギー企業との料飲共同研究

ホテルを含む飲食業では、POS／OESシステムの活用は標準となった。厨房作業ではオーダー情報の確認システムは応用されている。しかし、その情報を調理作業面へ貢献するシステム応用までは至っていない。ループコンサルティングは東京ガスソリューション技術部、フクシマガルレイ社とともに、各種飲食業やホテル料飲業の運営改善、特に厨房作業の改善へ貢献する

システム要素研究を行ってきた。

システムは画一的な内容ではなく、業態特有の作業やメニューとレシピ特性がソフトへ移植されるため、飲食業独自の可視化システムになっていく。東京ガスとの研究では、疲弊する飲食業やホテル料飲への経営改善へ貢献させるための新たな研究目的があった。同様に適正な食在庫発注のための「発注推奨量の推定」に関しても応用研究が行われた。飲食業やホテル料飲では運営改革を模索している現在、このような調理作業の可視化システムを応用することは、運営改善では大きな武器になると言える。研究では、調理作業の準備や調理情報の可視化をテーマとするため「デジタルスタンバイシステム(DSS)」と暫定的に明記している。

## ◇調理作業の可視化 DSS システム概要と改善

- (1)システムはその店の特有メニューとレシピが分解され運用できる。
- (2)レシピ他その飲食の調理作業を分解、作業特性ポイントをシステムへ移植させる。
- (3)調理行為が食材保管や食材増減情報とリンク、仕込み等作業指示へ連動させる。
- (4)OES(Order Entry System)デジタル注文情報をリアルタイムに厨房作業へ情報連動する。
- (5)OES注文情報は調理行為であり、調理行為が準備食材の増減管理に連動する。
- (6)上記(5)減数情報は、準備食材作業情報が作業者へ迅速に作業指示が表示される。
- (7)上記(5)情報は各食材庫の減数管理となり、各保管庫の食材量増減が掌握できる。
- (8)上記(5)は不慣れな調理作業者でも

自身が行なう作業内容を判断できる調理場となる。

- (9)上記(8)の作業場では、無理や無駄な作業が是正され、ベストな調理作業配置へ貢献する。
- (10)仕込み行為など、各種作業履歴は自動記録され、その店の作業量が掌握できる。
- (11)上記(10)により、日々その店の食材別消費特性が判断できる。
- (12)上記(11)特性と店舗PI値「来客予測購買指数」に相関、翌日以降の準備食材傾向が予測可能。
- (13)上記(12)は提供料理の食材実消費量と棚卸消費予測在庫の差異が判明できる。
- (14)上記(13)の可視化はその店の作業における是正ポイントが明らかになってくる。
- (15)店舗の食材消費傾向値の掌握は材料保管量の減少と無駄のない厨房計画に貢献する。
- (16)各店舗の食材消費傾向値は本部が掌握できる環境となり、食材発注値へ貢献。
- (17)上記(16)の掌握で「食材発注推定値」の応用時、その店が発注する日々の食材料量が判断できる。
- (18)上記(17)での無駄のない食材発注は、食在庫や各保管庫の縮小、食材廃棄抑制に貢献する。
- (19)各種の間接的収益改善はその店の新たな投資とサービスに還元できる。

## ◇調理作業の可視化「デジタルスタンバイシステム(DSS)」概要「DSS参考図フロー」

a + b「注文情報 OES(Order Entry System)」：飲食業の不可欠な注文装置。特にFR業態の注文情報ツールで活用。研究では、注文印字される注文情報を「デジタルスタンバイシステム(DSS)：調理作

業可視化システム」へ連動することであった。不可欠な要素は、注文のフロント情報（FOH）を厨房（DSS）へ即時通信連動することで、各種調理に各種情報が連動すること。OES情報は双方定義するAPI（Application Programming Interface）を介して（DSS）へ送信する手段を行なった。国内飲食業でFOH情報がBOH（厨房作業面）へシステム連動の試みは初となる。

c「デジタルレシピ管理」+ d「オーダー情報」：（DSS）内の調理全レシピと関連数量のデジタル管理。提供メニューのレシピをシステム登録。OESの注文データと連動。データは（DSS）d「オーダー情報」の履歴となる。注文情報は

料理レシピに対応したf「食材減数管理」へ繋がる。

e【（調理）＝調理能力】：（DSS）との連動ではないが、時間当たりの各調理履歴判断できるため、調理稼働状況の掌握ができる。調理設備の無理と無駄の判断材料となる。

f「食材減数管理」：当日来客するゲストのため調理前食材は予測され準備する。OES情報の調理行為は各準備食材の減数管理に連動する。

g「調理下処理準備情報+ h「食材仕込み量」：「調理下処理準備情報」は「食材仕込み量」の情報。「食材仕込み量」は当日予測する客数予測×PI値「来客予測購買指数」とメニューレシピ分解で算出。

i「時間帯別来客数（＝時間帯別必要下処理食材）」：（DSS）では時間帯別OES情報も記録され、時間帯別客数及び注文情報も記録される。この情報はその店のPI値算定根拠となり、時間帯別に必要な各準備食材量の情報に関連する。

j「食材庫別食材情報」：調理と準備食材減数管理は各食材庫の食材数にも関連する。提供前の食材庫、下処理前の大型食材保管庫など、調理行為はそのまま関連食材保管庫の減数管理に連動。

k「食材残数情報＝提供食数能力」+ l「各食材推奨仕込み量情報」：調理と共に各準備食材は減る。その店で決める準備食材量の閾値（食材減数

下限）を下回る場合では、画面に警報通達され、PI値に対応した食材準備量の仕込み情報が作業員へ通達される。

m「当日各食材残数情報」：1日の運営が終わる時点での各食材の残数情報。食材残数は翌日の提供食数能力の一部である。残数はn「提供人数能力」であり、各残食材×PI値の食材に比例する。

また、o「当日残食数」情報は翌々日の食材発注情報に関連してくる。

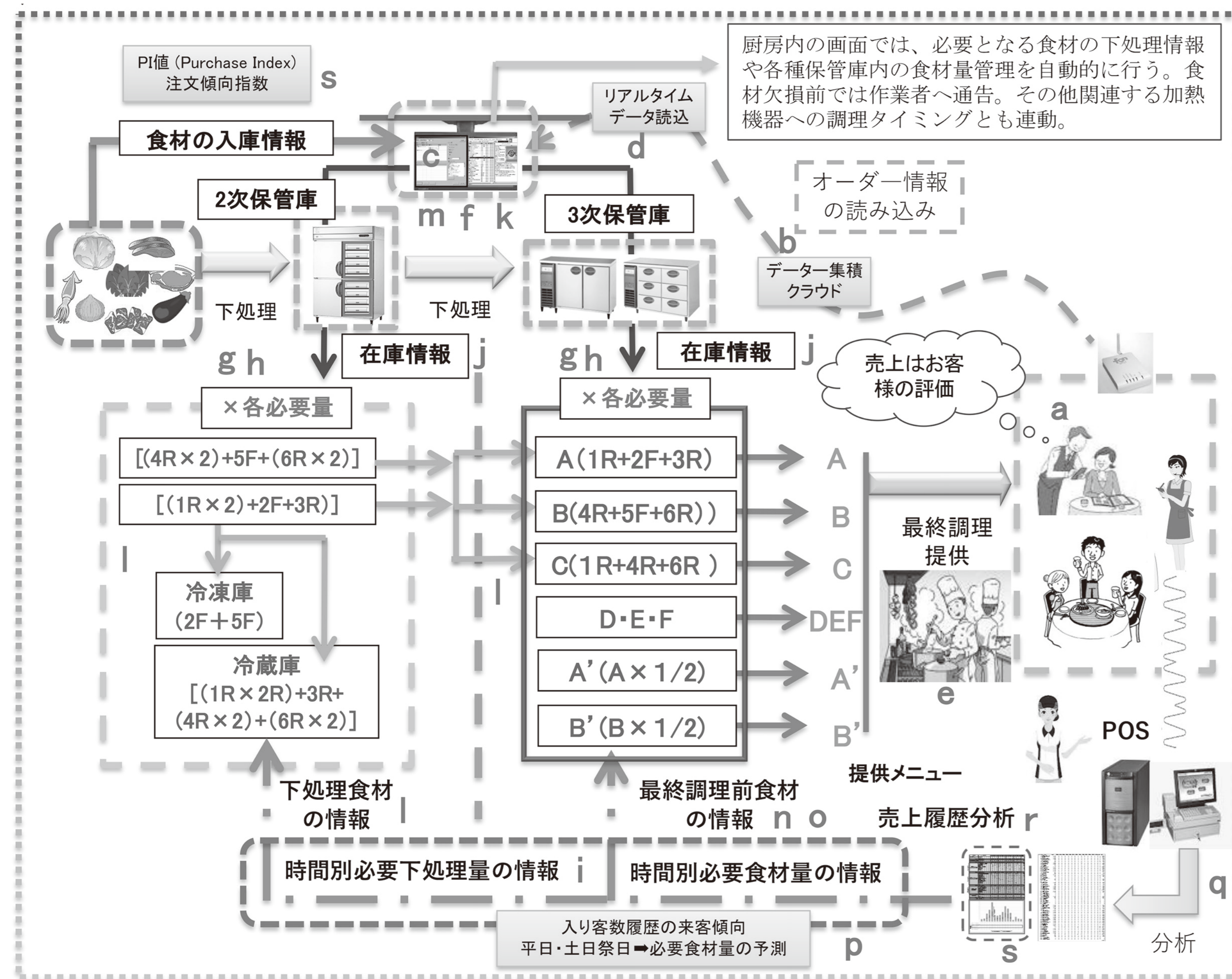
p必要発注推奨量（＝「翌々日必要各食材量」）では、q「翌々日必要各食材量」から「翌日各残食数予測食材量をマイナスなくてはならない。これは「当日残食数」+「翌日入荷各食数」の数量へ翌日の食材消費量を考慮した残食材数量である。

q「翌々日必要各食材量」：数日後の必要食材量は、今までの来客履歴（平日、土日、休日、特異日）をシミュレーションソフトで分析、翌日以降に来る客数を予測。その予測日の客数に対応できる食材量を導く考えである。食材量はその朝の食材残数も加味した計算推移が必要。

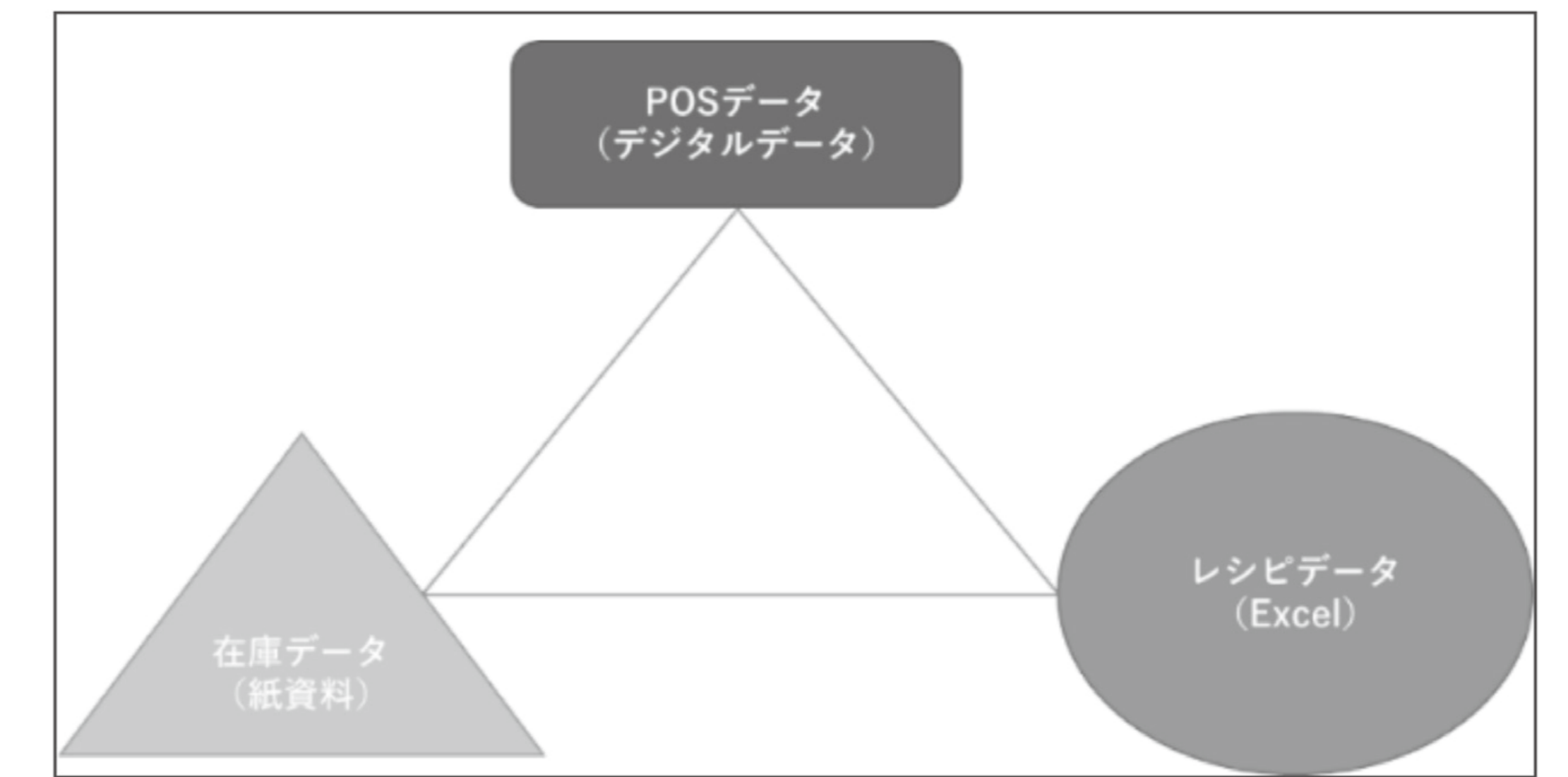
r「食材発注推奨量」はs「翌々日提供人数予測」から導かれる。提供人数とは来客人数であり、その人数へ提供できる食材を換算し食材発注なくてはならない。よって翌々日の必要各食数は来客予測人数へPI値で計算、各必要食数を算出後、前日残食数をマイナスさせた各食材量となる。

t「来客人数予測」では、翌々日提供人数であり、来客提供人数への必要な各食材数となる。繰り返になるが、「翌々日提供人数」は「翌々日必要各食数」であり、その食材数量はその日の残食材（翌日より持ち越し食材残）に当日入荷の各食材総量が提供食数能力（提供人数）となる。

◇飲食業とホテル料飲業が応用できる「デジタルスタンバイシステム（DSS）」参考フロー  
※DSS(a～o)と発注推奨量の推定(p～v)フロー



◇図:DSSが扱うデータの出所「POS・在庫・レシピ:各データ」



庫情報」、「レシピデータ」、「オーダー情報」三つの情報を組み合わせ、これらをリアルタイムに処理・表示することによる「厨房内の作業可視化」を行なうことで、厨房内作業の改善へ貢献するシステムを研究してきた。

◇在庫管理シート・発注基準・レシピシート

レシピデータは、「料理1品当たりの食材量」のデータである。またPOSは飲食の売り上げと注文数という厨房に

図:DSS在庫入力画面

The figure shows two screenshots of the DSS inventory input screen. The left screenshot shows the '仕込み保管庫リスト' (Preparation Storage List) with a table of ingredients and their quantities. The right screenshot shows the 'プレハブ庫 客数: 強め' (Pre-hab Warehouse Customer Count: Strong) screen with a table of ingredients and their quantities.

図「在庫情報引き継ぎ仕様例」



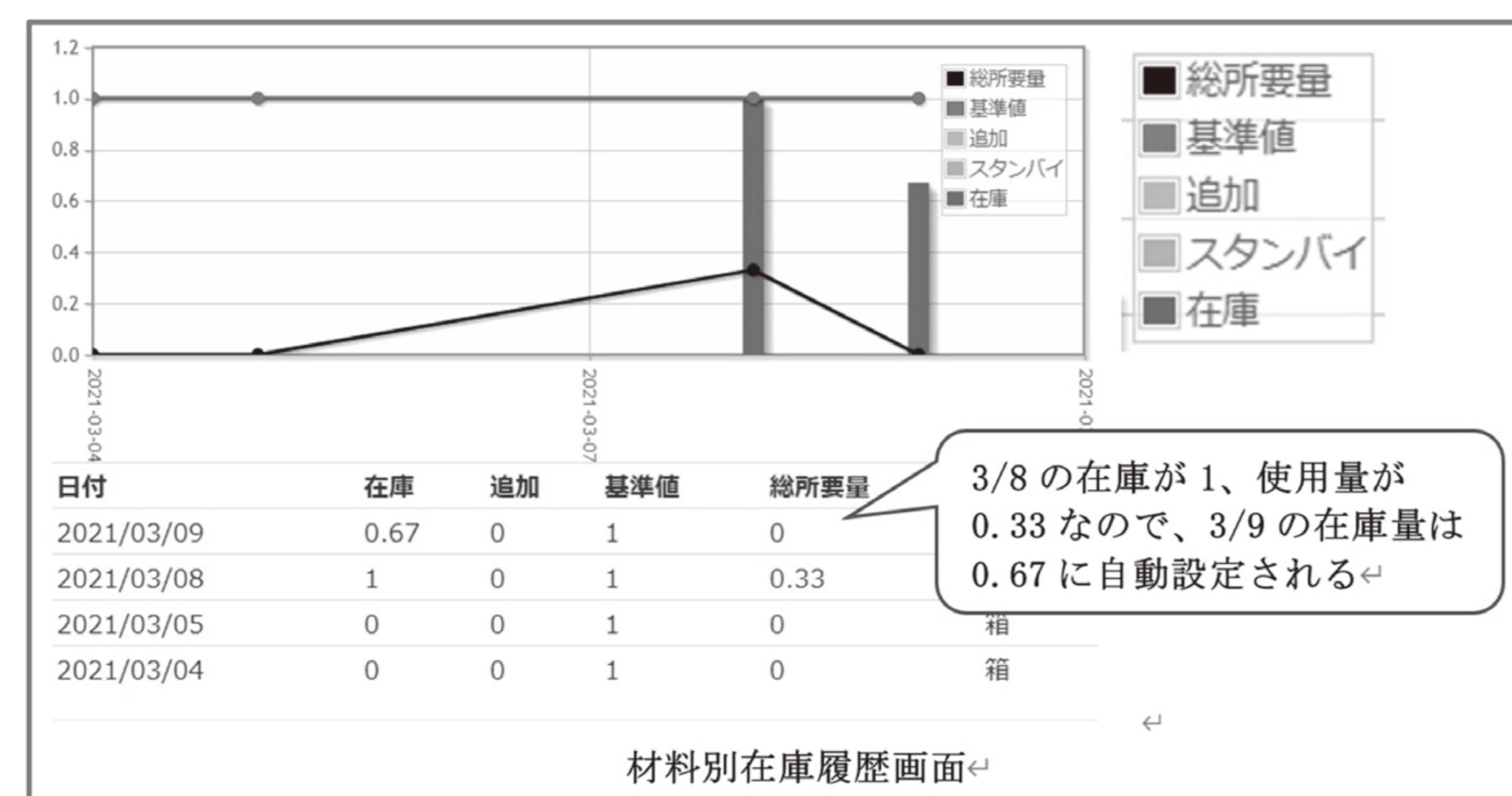
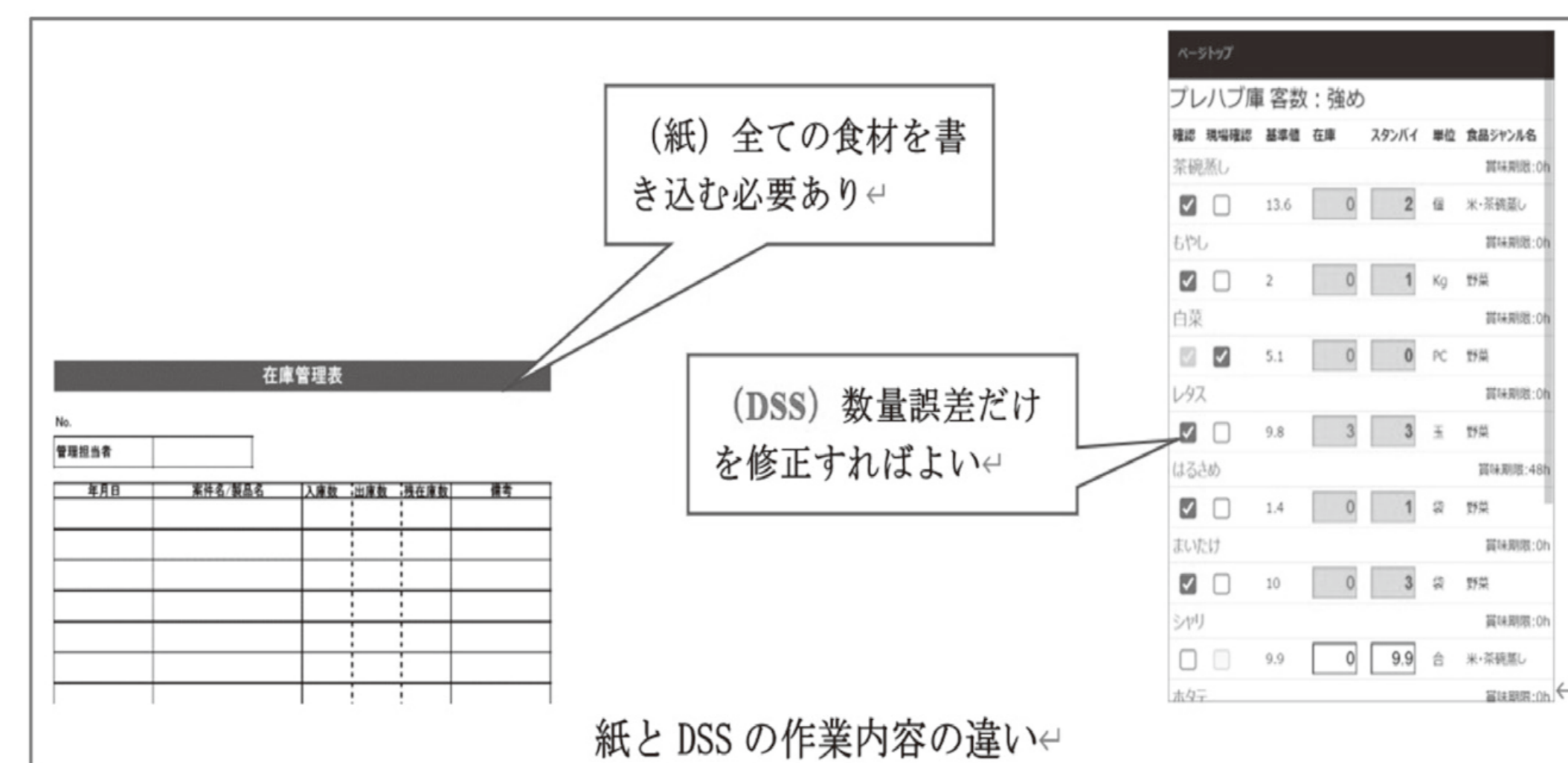
◇「デジタルスタンバイチェックシステム（DSS）」システム概要

飲食POS・OESの運用データは利用されている。しかし、そのデータは伝票印字確認程度であり、厨房作業や食材管理に利用されるケースはまだ見ない。東京ガスとのDSS研究では、「在

図:理論在庫自動入力と修正結果



図:「デジタルスタンバイチェックシステム」店舗サイネージ画面



「食材在庫数」・「発注基準」はその店の在庫管理情報として有用となるデータとなる。これら三つのデータをシステムが自動連携することにより、厨房作業の可視化が生まれ作業改善へ貢献する。その店のレシピデータはデータベースに登録され、DSS の基本データとして利用する。また OES (Order Entry System) 情報と接続され、DSS は「現在のオーダー数は n 個で、その結果その料理の食材が x00g 使用された」という情報をリアルタイムに取得できる仕組み。

#### ◇ POS 連携仕様

POS オーダー情報のリンクは、調理と比例する食材消費状況がリアルタイムに掌握させるため、食材在庫数と突合させる。随時の在庫情報管理は、「店舗中にどれだけ各食材料があるのか」の情報も随時更新・管理が可能となる。前述した三つのデータの内、デジタル化されていないのは「食材の在庫情報」のみである。これをデジタルデータ化により、DSS の目的である厨房作業の可視化が実現する。

#### ◇ データの流れ

「レシピ分解とデータベース化」⇒「注文数とレシピ食材消費を計算」⇒「在庫情報と不足食材検出」

システムでは厨房作業面にタブレットを使い食材在庫の入力を行なう。画面構成はその店の運用方式で構成される。食材の保管場所別に食在庫の入力を行ない、保管庫別在庫量の変化確認もできる構成。

システム管理で重要となるのは在庫情報とオーダー情報とレシピ情報、そして追加在庫や食品ロスを入力情報である。POS 連携によって食材の使用量計算が自動的に実施できるようになった場合、この中で自動的に算出ができないのは「追加在庫と食品ロスの情報」のみである。よって、在庫の追加やロスの動きがない場合は DSS が自動的に在庫計算を行ない、明日以降の理論在庫値の記録登録を行う。食材の使用量は、「その食材が使われている料理のオーダー数×レシピ使用量」の合計である。例えば豚肉を使った料理

図:店舗内サイネージ画面



がオーダーされるごとに、その種類に応じて使用量を計算、減算処理を行なうこととなる。

新たに納品された食材があれば、左図のように手動で数値を変更することも可能。

これにより、担当者は在庫チェックを行い、実在庫と理論在庫の差異を確認、実在庫値を入力すればよい。作業としては、数値を打ち換えチェックを入れ情報更新が行なわれ、在庫数に

反映。

紙の在庫管理表を用いる場合、在庫棚卸は不定期に行なわれ、都度すべての食材を在庫管理表に記入していく必要がある。DSS では一度在庫データを入力すれば、日単位で理論棚卸を DSS が自動で行なう。

次の実棚卸や在庫追加時には、理論値と実値の差異がある食材や、ロスや入荷があった食材のみデータを更新すればよい。これにより、棚卸の作業



図:客数予測入力部分



効率が向上、「日々の食材管理の増減推移データ」を取得することができる。

DSS と POS/OES の連動は「オーダーごとの不足食材」を厨房作業へ画像表示。この情報を厨房内のディスプレイで、在庫値と使用量の比較と欠品時のアラートをリアルタイムに作業員へ情報を表示。

#### ◇ 「デジタルスタンバイチェックシステム」と PI 値の活用

DSS は「店舗の厨房内作業」と「管理側業務」の改善はできる。周辺環境変化での来客指数の変化時、発注基準に関し都度見直しを行なわないと過剰在庫や在庫不足を招く。その店の基準値から「明日以降の来客傾向と食材発注量の増減加減」は発注担当者の技量に依存している。小売業では発注精度を高めるため「Purchase/Index 値 (PI 値)」を用いて「客数の予測値」から「販売量の予測」を行なう。※ PI 値 = 販売数 ÷ 客数 × 1000 (1000 人当たりの対象商品の販売量)

DSS は PI 値を用いた在庫予測と発注量計算も可能。販売実績と客数実績を入力し、PI 値を「メニューごと・食材ごと」に計算、そして来客数の予測値を入力により「明日以降の在庫量基準/発注基準」に反映する機能がある。また来客数予測を行なわない場合、発注基準は固定値として運用も可能となる。

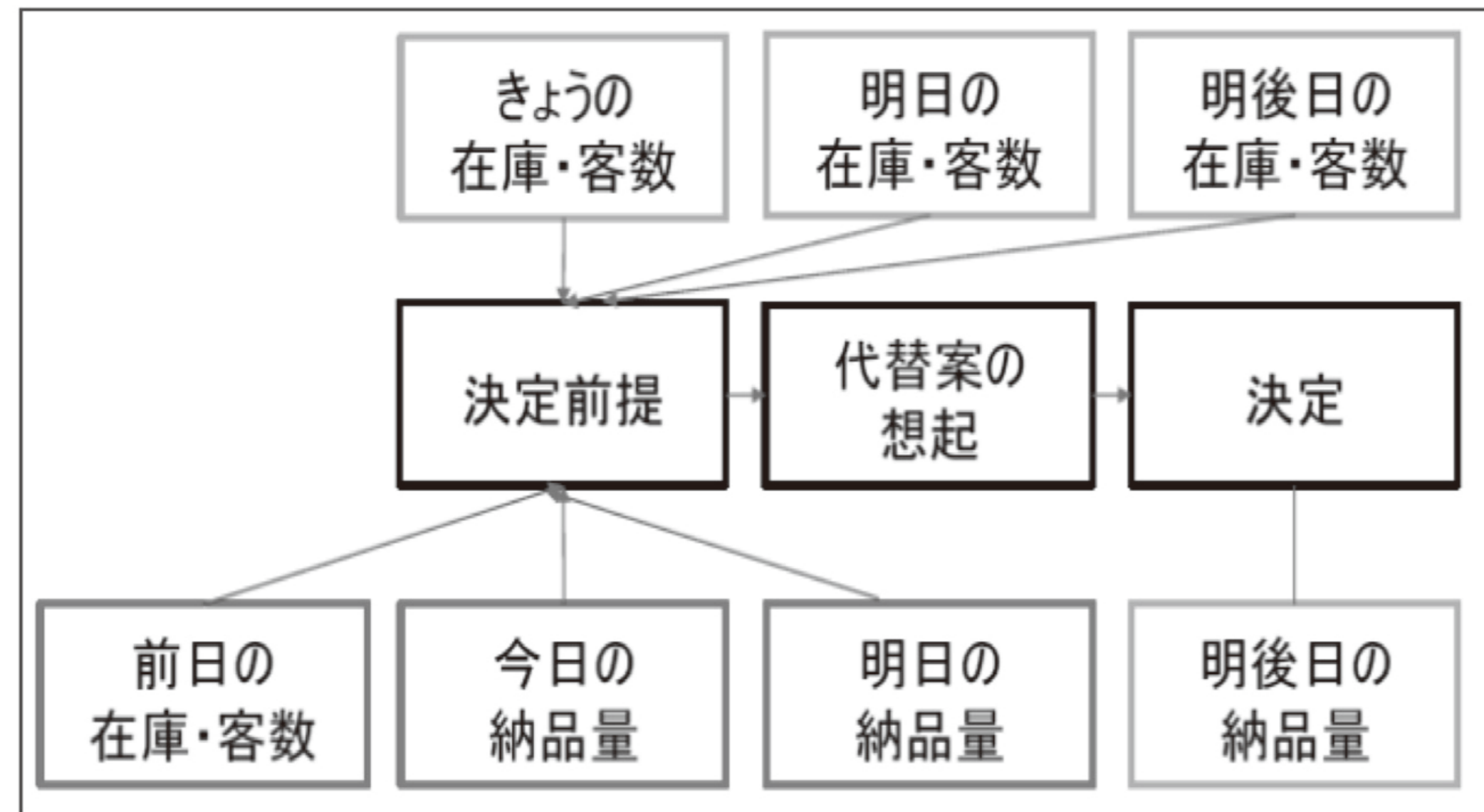
システム機能の活用で発注基準や在庫基準を自動的に最適な数値へ置き換えることで、「食材不足でのメニュー欠品」や「過剰在庫による食材ロス」の課題への解決策となっていく。

#### 運営履歴で分析する発注推奨量の推定

#### ◇ 飲食業の食材発注と経営改善

大きな保管機能があるホテルや飲食施設以外、面積制限の店舗や施設では無駄な食材は保管したくない。特にホテル内レストランや一般飲食業では、BOH・FOH とも面積に余裕はない。だが営業上食材欠損回避のため 6 日前後の食材を保管する飲食店も多い。過剰な食材は消費期限の食材廃棄となり収益減の原因となる。この過剰在庫

◇図「発注の推測過程」



運営は「発注推奨量」の分析応用がされない状況ではないと言える。

#### ◇発注推奨量の推定と平均在庫の削減

DSS 効果を最大限に発揮させるため、食材購買の合理性が必要。発注単位・消費期限、納品頻度・価格・品質・既製品化率の所要事項が検討されるが、ホテルの和洋中各や、外食 FC 全店で消費される食材量を推定し、日々の発注量を制御する。つまり、余るなら減し、足りなら増やす作業が必要になる。

外食の客数は変動する。この変動は大きく、個店単位でみるとさらにばらつく。

しかし、まったく不規則かというと、必ずしもそうではない。ERP や POS に蓄積されている個店の開店以来の客数変動、食材入庫を入念に観察時では、ある程度の傾向が見える場合がある。

食材廃棄を減らし、在庫回転日数を短くすれば、SDGs も趣旨に合う。通常は「人工知能」「機械学習」頼るが、そこまでいかなくても可能なことが研究で明らかになってきた。主成分などの多変量分析、多重比較と検定、確率計算を駆使して、店舗や SCM「Supply Chain Management」のモデルを構築し、シミュレーションするだけで、一定期間の

平均在庫は減らすことが可能になっている。クライアントの情報処理システムとは切り離し、本部や店の発注担当者の PC でも容易に演算が可能となる。

飲食業態特有の発注業務では「本日発注したら納品は明後日、欠品は不可、発注者の減点」の場合、「欠品不可」の条件が、発注担当者の重圧となり、どうしても多めの納品に走る。

発注者が知る確実な情報は、昨日の在庫と客数・今日と明日の納入量（図の赤枠）だけである。明後日の納入量を今日の営業時間中に決めなければならない。今日の客数、明日の客数、明後日の客数（図の緑枠）が分かれば、明後日の在庫量（図の右下の緑枠）がわかるので、今日、確実な数字で発注できる。しかしそれは神のみぞ知る数字で、人間の場合は明後日の営業が終わらないと分からない。研究では神の推測過程の一端でも探って、それを取り入れてみようと考えた。

#### ◇図「発注の推測過程」

完全とはいかないが、研究ではある程度は実用に耐えることは分かった。某チェーン POS から某店の開店以来のデータを切り出した。2017 年 11 月から 2019 年 10 月までのデータを使って、19 年 10 月 31 日の時点で、2019 年 11 月の客数を予測する。11 月の日々の予測客数（赤色）と前日在庫に基づく納品推奨量（黒色）を計算する。そして 11 月 30 日に判明する 11 月の客数実績（緑色）と照合した。赤色および黒色が、緑色のある程度重なっているの、予測はある程度成功したことが分かる。こうしたテストを繰り返し学習させて「W」の精度を高めていく。

発注担当者が納品推奨量どおりに発注すれば、在庫回転日数は 2.8 日程度（下図の実線）になり、現在の 5 日より短くなる。

#### ◇「予測納品量と実績客数との関係（日々変動）」

「納品推奨量」の計算方式を、天気予報 (Weather Report) にちなんで「W」と呼ぶ。「W」では、飲食店の運営シナリオにより調整するパラメータを使う。「納品推奨量」数値方式は完全では

ないし、相性の悪い場面もある。相性の良し悪しは事前に分かる。その上で発注者に「納品推奨量」を提案し、あとは発注担当者の判断に委ねる。どちらが賢かったかは月単位で判明する。しかし、「W」は発注担当者の忠実な部下なので、両者が喧嘩することはないであろう。

#### 「終わりに」

コロナ過の状況、営業時間自粛の対象となる飲食業の経営は疲弊している。さまざまな営業対策は行なうが、収益改善対策は限界を超えた。コロナ収束後では多大な営業損失を回復するため、さらに収益改善の新たな対策と努力が強いられてくる。東京ガスソリューション技術部との研究目的は、調理作業の情報掌握を含め、従来の勘と経験で行なう調理状況が無駄のない労務作業へ改善させ、飲食経営改善へのソールを見いだす目的があった。食材の準備数や食材減数管理とデータの応用展開では、調理作業の可視化と各種調理作業面の弊害を改善していく。また注文ツール OES デジタル情報を DSS へ連動させる開発が行なわれ、FOH ニーズ（注文／オーダー）と BOH（厨房作業）情報が飲食店舗においてリアルタイムで連動。食材発注推奨量研究では、飲食業の蓄積される入り客数履歴を分析対象とし、曜日別入り客数値

※現在 DSS 運用に関し、店舗が資産の PC と関連連装置以外、初期ソフト費は飲食業への負担をなくす目標で検討している。ただし、ソフトの日々のメンテナンス、メニュー改定など情報や運用調整が必要であり、費用面では 1 店舗 1 日 P / A の 1 時間人件費以内でコスト調整の努力をしている。同様に店の OES (Order Entry System) メーカーと通信送りに関するメーカー間の API 調整は必要となる。「納品推奨量」分析は別途協議。

「研究社名及び研究者」  
東京ガス(株)ソリューション技術部業務用ソリューショングループ マネージャー 奥田 篤  
(株)ループコンサルティング 伊藤芳規  
フクシマガリレイ(株) 技術開発部  
大谷毅 信州大学名誉教授 日本感性工学会理事「発注推奨量の推定値」研究理論

を予測。予測値と最適な店舗内食材量の推奨値も研究されている。

OES 情報の厨房作業への通信連携を含め、各種オーダーニーズを連携させ

た飲食業への DSS 的システム応用は、まったく新たな飲食業界への運営改革へ貢献するソールであり、活用していただくことを期待する。

## 「厨房の可視化システム」と「食材発注推定」に関する研究



#### 東京ガス(株)

ソリューション技術部

業務用ソリューショングループ マネージャー

#### 奥田 篤

数年前から(株)ループコンサルティングと、フクシマガリレイ(株)と食材の管理に関するシステム開発や実証試験などを進めている。当社は 1000 万件以上のご家庭のお客さまや飲食店やホテルの商業用施設、工場などに都市ガスや電気などのエネルギーを供給することで人々の生活や企業活動を支えてきた。特に飲食店やホテル、「食」に関係するお客さまに対しては、空調まで含めた快適な厨房の設計支援や各種サービスの提供を通じ、お客さまとの信頼関係を築いてきた。

私たちの大切なお客さまである飲食業界に注目すると、人手不足の深刻化に加え新型コロナウイルス感染拡大の影響もあり、少人数で調理や事務作業などさまざまな作業に対応する必要から、効率化や自動化が一層求められている。近年、社会全体で DX（デジタルトランスフォーメーション）が進む中、飲食業界においても厨房機器や各種

システムと POS データ・空調のデータ・エネルギーデータなどさまざまなデータの IoT 化が進み、通信規格などのルールも整備されつつある。

一方、食産業全体に目を向けると、生産された食料の 1 / 3 が廃棄されていると言われており、食材の廃棄ロスが増えることはエネルギーの無駄遣いとなり、結果として二酸化炭素を多く発生させることにもつながる。つまり、フードロスの問題は、脱炭素の観点からもエネルギーと密接に関係していると言える。

そこで当社は、エネルギーの提供や管理に加え、人々のエネルギーとなる「食」の管理に関しても新しい価値やサービスを提供できないか、食に関わるお客さまのお困りごとを解決できないか、食に関する社会課題の解決に貢献できないかを常に考えてきた。検討を進める中、数年前にループコンサルティングの伊藤さんから壮大なアイデアをお聞きしたことがきっかけで、現在、伊藤さんにはオペレーションシステムの全体構成を、食材管理技術を保有しているフクシマガリレイさんにはシステムの技術検討や開発を、物流の専門家の信州大学の 大谷先生には予測技術の検討をお願いし、当社のお客さまネットワークや加熱機器に関する技術と組み合わせる開発を進めている。

「厨房の可視化システム」と「食材発注推定」に関する研究は、社会課題を解決する手段であると同時に、次世代の厨房や飲食店の在り方を探り、新たなビジネスを生み出す研究だと思っている。まだ手探りで進めている状態であり、難しい課題も多々あるが、実店舗でのテスト運用含めて改善しながらチャレンジしていきたいと考えている。