

共同研究

二次元バーコードを用いた味噌タンの生産管理省力化に関する研究

高岩 徳寿* 松本 健司* 村田 浩之**

Study on Labor-Saving Production Management of Miso Tanks
Using Two-Dimensional Barcodes
TAKAIWA Norihisa, MATSUMOTO Kenji and MURATA Hiroyuki

製造現場における労働力不足が社会的問題となっており、デジタル技術を活用した省力化が期待されている。本研究では、味噌製造における生産管理を例にとり、クラウドベースの日報アプリと二次元バーコードやIoT機器を用いた温湿度モニタリングとの連携により生産管理システムを構築し、デジタル技術を活用した管理業務の省力化を検討した。その結果、紙日報から生産管理システムへの置き換えにより、生産管理にかかる作業時間が53%削減できた。

Key words: 生産管理、日報、二次元バーコード、DX化、クラウド

1 はじめに

近年、日本の製造業における労働力不足は深刻であり、製造業における若年就業者数は過去20年間で384万人から259万人と約125万人減少する等¹⁾、人材の確保は喫緊の課題となっている。本県中小企業においても同様の状況にあり、デジタル技術を活用した省力化により生産性を向上させ、限られた人的リソースを有効活用することが求められている。しかし、中小企業の多くはデジタル技術活用について必要性を感じているものの「具体的な効果が見えない」ことや「何から始めてよいかわからない」といった課題を抱えており^{2) 3)}、依然として紙媒体による生産管理が行われている現場も多い。紙日報での生産管理は、データ化するためのPCでの転記作業や在庫確認等での情報の検索作業等に多大な時間が必要となり、非効率な作業を生み出す要因となっている。本研究では、県内味噌製造企業をユースケースとして、デジタル技術導入による作業時間の短縮を目的とし、生産管理システムを構築した。

2 研究の方法

2.1 開発方針

デジタル技術を活用した生産管理システムを構築するにあたり、開発方針を以下のように定めた。

- ・既存の業務フローを大きく変更しないこと
- ・システムの管理をやすくすること
- ・クラウドベースのサービスを利用すること

- ・中小企業でも導入可能なコストであること

業務フローが変更されるようなシステムになってしまうと、これまで慣れてきた生産管理業務の流れが変わることで現場作業者の協力が得づらくなる要因となる。あくまでも紙日報をスマホやタブレットを利用した日報アプリでの入力に置き換えることを目指し、記入する順番や項目の大幅な変更等は避ける必要がある。

中小企業においては社内で利用するシステムについて、専任の管理者を配置できないケースが多い。製造部門の管理者がシステム管理を兼ねる場合も多いため、専門的な知識が無くても現場の意見を反映した改善がしやすく、不具合等があってもメンテナンスがしやすいシステムである必要がある。そのため採用するシステムはできる限り専門的なプログラミングの知識を必要としないノーコードツールであることが望ましい。また、プログラミングが必要な場合においても、設定変更に必要な項目等が一目でわかるようにシステムを設計する必要がある。

生産管理をデジタル化するにあたってはデータベースの作成が必要となるが、ローカル環境に物理サーバーを設置するのは、購入や管理にかかるコストや保守に必要な専門知識、人材確保等がネックとなる。クラウドベースのサービスを利用することで、初期コストを抑えることができ、さらにデータのバックアップやメンテナンスはクラウド側で自動化されているためサーバー管理の専任者を置く必要もなくなる。

導入にかかるコストについては、利便性や必要な機能を考慮して適切なクラウドサービスを選定することで、

* 栃木県産業技術センター 機械電子技術部

** 青源味噌株式会社

できる限り抑えるように留意する必要がある。また、ローカル環境で構築するシステムについても、安定性やコストの観点からバランスを考慮して構築する必要がある。

2. 2 温湿度モニタリング

味噌の熟成において温湿度の管理は重要であり、共同研究先においてもタンクの保管は温醸庫および冷醸庫等で適切に管理している。日常の点検業務において各庫の温度記録は取っているが定時の確認のみであり、ロットごとの詳細な温湿度データは取得されていない。そこで IoT 機器を活用した温湿度の常時モニタリングシステムと、取得した温湿度データと日報アプリとの連携によって各ロットの温湿度履歴を確認できるよう開発に取り組んだ。

2. 3 タンクの保管場所マップ

共同研究先では紙日報とは別にタンクの保管場所についても紙でマップを作成し管理をしている。共同研究先での保管タンク数は 100 個以上となるため、工場内のどの位置にどのタンクを保管しているかを把握することは重要な業務であるが、温醸庫と冷醸庫間の移動や積み重なっているタンクの段数変更等により紙日報と紙マップの情報の齟齬が生じることもあり、特に棚卸作業における保管タンクの確認作業に手間が生じる原因となっている。日報アプリ内でマップの自動生成システムを構築することでこうした課題の解決を目指した。

2. 4 二次元バーコードの活用

味噌タンクの管理においては非常に多くのタンクを同時に管理している事と、紙日報による管理での情報検索性の低さから、払い出し間近のタンクを探し日報を用いて情報を確認する作業や、紙日報と実際のタンクを照合して保管状況を確認する棚卸作業等において無駄な時間が多く発生していた。本研究では、日報アプリと二次元バーコードを紐づけ、情報検索性を上げることで省力化に寄与することを目指してシステムを設計した。

3 結果及び考察

3. 1 システム構成

開発方針を考慮し試作した生産管理システムの構成を図 1 に示す。ノーコードツールの AppSheet (Google 社) を利用して日報アプリを作成し、Google スプレッドシートをデータベースとするクラウドベースのシステムを構築した。AppSheet は Google 社が提供するノーコード開発プラットフォームで、プログラミングをせずに業務アプリを作成することができるツールである。作成した日報アプリを共有することで、複数のアカウントから同一の日報アプリの閲覧や編集が可能となる。また、

Google スプレッドシートをデータソースとすることで、データベースに関する知識を必要とせず、カラムの追加等のデータシートの更新やローカル環境へのバックアップ操作も表計算ソフトを使うのと同様に直感的に行うことができる。AppSheet を用いた日報アプリをベースに、二次元バーコード管理システムや温湿度モニタリングシステムと連携させた。

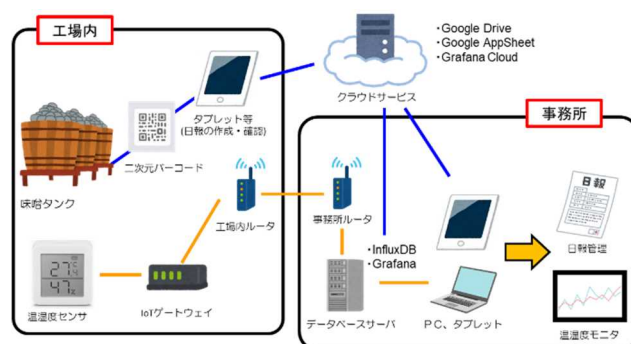


図 1 システム構成

図 2 に AppSheet で作成した日報アプリのロット一覧画面と新規登録画面を示す。なお、入力しているデータはダミーデータである。紙日報で記載している項目と同様の項目を Google スプレッドシートで作成し、AppSheet が参照するデータソースとすることで管理に必要な項目をアプリ内で再現することができた。

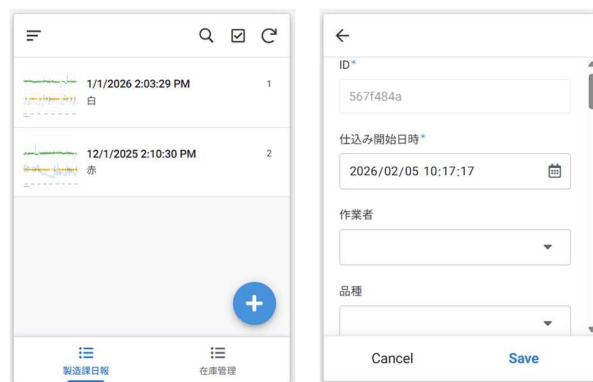


図 2 ロット一覧画面および新規登録画面

また、日報をデジタル化したことで生まれたその他のメリットとして、図 3 に示すとおりアプリでの画像の保存が挙げられる。本システムではアプリの使用にスマホやタブレットを用いることからカメラの利用が容易であり、また Google ドライブとの連携により撮影した画像を自動的に Google ドライブ内に保存することが可能となった。これまで画像を使った引継ぎは、デジタルカメラ等で撮影後にメールやチャット等に添付をすることで情報共有をしていたが、保管場所や画像名のルール

の統一が難しく、時間がたつと対象ロットと画像の紐づけができなくなるなどの問題があった。アプリを使用することで、画像の自動命名、スプレッドシートによる対象ロットと画像の関係の管理、画像の保管場所等が自動的かつ統一的に管理できるため、画像による情報共有とその後の利用がスムーズに行えるようになった。さらに、記入すべき内容が決まっている項目や予測できる項目は自動で値を入れておく事で、作業者の手間を省く機能も実装することができた。



図3 日報アプリ内での画像の保存

3. 2 温湿度データとの連携

工場内の温湿度データを収集するため、温湿度計と Raspberry Pi を用いたモニタリングシステムを構築した。まず温醸庫等の味噌タンクを保管する場所に各1台ずつ計3台の温湿度計（スイッチボット社、MeterTH S1）を設置した。次に温湿度計から BLE 通信で工場内に設置した IoT ゲートウェイ（ラズベリーパイ財団、RaspberryPi Zero2W）にデータを集約し、無線通信を使って1分ごとに事務所内のデータベースサーバー（ラズベリーパイ財団、RaspberryPi4）へ温湿度データを送信した。最後に送られてきたデータは時系列データベースである InfluxDB（InfluxData 社）に蓄積し、事務所内の温湿度モニタリングのために Grafana（Grafana Labs 社）を用いてデータを視覚化した。Grafana での温度の表示例を図4に示す。

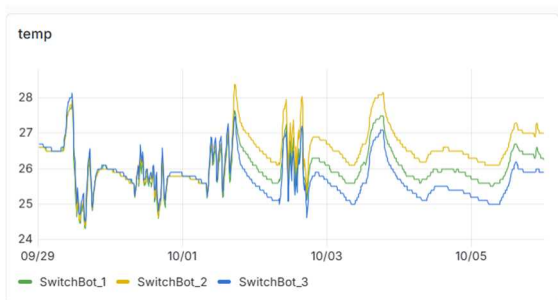


図4 Grafana での温度表示

日報アプリと温湿度データの連携について、ローカルネットワーク内のデータベースに対して AppSheet 等の外部からアクセスする際は、通常はポート開放等のセキュリティリスクを伴う設定が必要となる。今回はこうしたセキュリティリスクを冒さずにアクセスするために Grafana Cloud（Grafana Labs 社）の PDC（Private data source connect）機能を使用した。PDC とはデータベースサーバー内に常駐させた PDC エージェントが、クラウド側とセキュアなトンネルを構築する仕組みであり、外部からの不正アクセスを防ぎつつ、安全にデータをクラウドへ公開できる技術である。温湿度グラフの作成については、日報アプリで新規作成や既存ロットの情報を更新がかかると、スプレッドシートに紐づいた GAS（Google App Script）のトリガーが実行され、記入されている保管開始日時から現在時刻（もしくは払出完了時刻）の間の温湿度グラフを Grafana Cloud から取得し、Google ドライブに画像として保存するシステムとした。日報アプリで Google ドライブに保存された当該ロットの画像をアプリ内で表示するよう設定することで、図5のとおりロット詳細画面で温湿度グラフの閲覧が可能となり、日報データと環境データの統合的な管理を実現できた。



図5 日報アプリ内での温度グラフ表示

3. 3 マップの生成によるタンクの保管場所管理

タンクの保管場所をマップ上に表示するために、まずロット登録画面でタンクの保管場所を記入する項目を作成した。次に記入された保管場所の情報からスプレッドシート内で自動的に場所と保管中のロット ID を紐づけてマップ状に表示するシートを作成した。最後に日報アプリ上でロットの新規登録や更新がかかると、GAS のトリガーが実行されマップ表示のシートを画像にして Google ドライブに保存するようプログラムした。生成された画像を図6のように日報アプリ内で表示するよう設定することで、アプリ内でのマップ表示によるタンクの所在地管理を可能とした。



図6 日報アプリ内でのマップ表示

3. 4 二次元バーコードを活用したタンク管理

情報検索性を向上させるために各味噌タンクに個別の二次元バーコードを貼り付け、タブレットや M5Stack 等のデバイスで読み取ることで、即座に対象ロットの詳細情報表示やデータの追記が可能となるようシステムを作成した。二次元バーコードは日報アプリ内で保管タンクの新規登録を行うことで自動生成されるようにした(図7)。またタンク毎に固有の二次元バーコードとなるが、日報アプリ上で生成された二次元バーコードは単純にタンク番号を表すのではなく、そのタンクに保管中の最新のロットの詳細画面へ遷移できるような動的 URL とした。二次元バーコードを動的 URL にすることにより、タンクで仕込んでいるロットを変更する毎にタンクの二次元バーコードを貼り変える必要が無く、かつ読み込んだ時には常にそのタンクに保管中の最新のロット情報を呼び出せるようになった。この二次元バーコードをスマホやタブレットで読み込むことで、即座にロットの詳細画面へ遷移することができるようになった。また、ロットの払出作業や棚卸作業等においては、タブレット等でのロット詳細画面の表示では情報量が多すぎるため、図8に示すように M5Stack で二次元バーコードを読み込むと ID や品種等の作業に必要最小限の情報のみを表示するようにシステムを構築した。

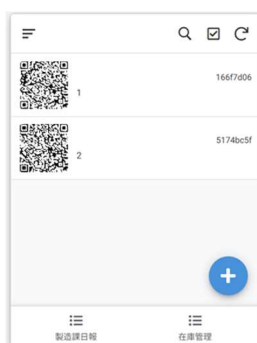


図7 タンク管理画面

(注：二次元バーコードは読み込めないよう加工)



図8 M5Stack での情報表示

3. 5 効果検証

本研究で構築した生産管理システムを共同研究先にて3か月程度運用して生産管理作業の省力化ができるかを検証した。まず、仕込み担当者の生産管理に関する1回の仕込み作業当たりの作業内容について、紙管理の時には紙日報への情報の記入、タンク側面への情報の転記、タンク保管位置マップの作成等の時間が40分程度かかっていたが、タンク側面への転記およびタンク保管位置マップの作成の2つの作業が無くなった事で30分程度の作業時間に短縮された。次に事務担当者の生産管理作業は、紙管理を利用していた時は紙日報に記載されている内容を表計算ソフト等にPCで転記する作業が30分程度かかっていたが、現場作業者が日報アプリに情報を記載することで自動的に Google スプレッドシートに情報が記載されることになったため作業自体が無くなった。最後に管理者による棚卸作業が紙管理では3時間程度かかっていたが、情報検索性の向上により2時間に短縮された。仕込み担当者と事務担当者の作業が週3回程度、管理者の作業が月1回であるので、1か月を4週間とした時の総作業時間は17時間から8時間へ短縮され、生産管理に関する作業時間はおよそ53%削減できた。また、省力化以外の改善点として、事務所での転記作業がゼロになったことによる転記ミス等のヒューマンエラーの解消、紙の日報を廃止したことによる製品への異物混入のリスク低減、過去の温湿度データとロット情報の紐付けが容易となったことによる品質管理体制の強化といった副次的な効果が得られた。

4 おわりに

味噌製造における仕込み作業について、生産管理作業の省力化を目的に、日報管理アプリ、温湿度モニタリング、タンク保管マップ、二次元バーコード等の機能を連携させて生産管理システムを構築した。

- (1) 日報アプリはノーコードツールを活用して作成し、データソースを Google スプレッドシートとすることで、プログラミング等の専門のスキルが無い人

でも管理しやすいアプリを作成した。

- (2) IoT 機器とクラウドサービスを活用した温湿度モニタリングシステムを構築し、日報アプリと連携することでロットごとの温湿度履歴を参照できるようになった。
- (3) 日報とともに紙で管理をしていたタンクの保管マップをアプリ内で再現し、日報とともに統合的に管理できるようにした。
- (4) 紙日報から生産管理システムへの置き換えにより、必要なロット情報をすぐに取得できるようになった。
- (5) 構築した生産管理システムを運用することで、生産管理にかかっていた作業を 53%程度削減でき、大幅な省力化を実現できた。

参考文献

- 1) 経済産業省, 厚生労働省, 文部科学省: “ものづくり白書”, (2025)
- 2) 中小企業庁: “中小企業白書・小規模企業白書”, (2025)
- 3) 独立行政法人 中小企業基盤整備機構: “中小企業のDX 推進に関する調査”, (2024)