改善活動支援システム スキルアップ Navi の開発

Development of *Skill-Up Navi*, an Improvement Activity Support System

西村歩美　A. NISHIMURA

In the manufacturing industry, continuously finding and solving problems is a vital part of increasing productivity. We developed *Skill-Up Navi*, a system to support such improvement activities at workplace. This system can be used to record and share problems found on the shop floor along with their solutions. Using this system, individual experiences can be accumulated as organizational knowledge. It also provides a space where team members can share issues and collaboratively explore solutions, creating an environment that supports ongoing efforts for improvement. *Skill-Up Navi* was created based on user feedback and refined through repeated trial and error. It has been developed into a service that connects individual knowledge with actual improvement activities, reflecting workplace needs.

Key Words: kaizen, improvement, digitalization, issue sharing, problem solving, visualization

1. はじめに

現代の日本の製造業では，少子高齢化による労働人口の減少によって人手不足が深刻化している．そのため，限られた人材が高い能力を発揮することがモノづくり分野における重要な課題となっている．生産性向上や業務効率化には，日々の改善活動が不可欠である．

当社では機械による省力化にくわえ，「人」の能力を最大限に引き出す仕組みや支援方法の構築に注力してきた．効率的な生産を可能にするトヨタ生産方式（Toyota Production System：TPS）に則り，「ムリ・ムダ・ムラ」を排除する活動を実施している．その中で，人を中心としたモノづくりの考え方に基づき，作業者一人ひとりの改善活動を支援し，成長を可視化するシステム「スキルアップ Navi」を開発した．本システムは，作業者を工程内の遂行者として捉えるのではなく，作業者自身の気づきや改善への取り組みに着目する．その成長過程を支援・記録するという視点は，これまでの業務支援とは異なるアプローチである．

本報ではスキルアップ Navi の機能および技術的な特長について紹介する．

2. 製造業における改善活動

作業者の生産性向上に関する 6 種類に分類した能力を**図 1** に示す，現場の持続的な改善と変化への柔軟な対応力を高めるためには，作業者自身が問題に気づき，自ら改善に取り組む能力を育成することが不可欠であると考えた．そこで本章では，これらのうち「問題対処能力」と「改善提案能力」の向上に着目し，成長を支援する仕組みの開発について述べる．

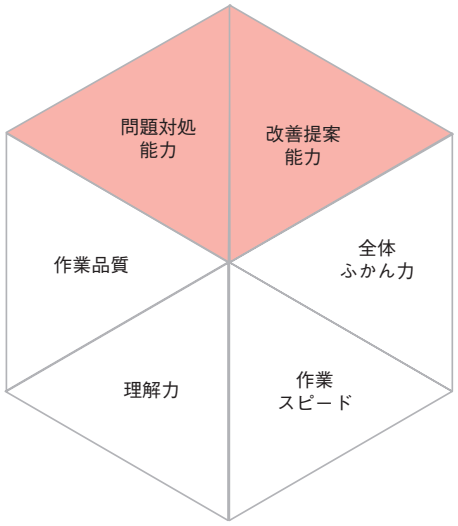

図 1　作業者の能力分類
Classification of work performance

2.1　改善活動とは

製造現場における「改善活動」とは，安全，品質，作業効率の向上，コスト削減に向けた取り組みであり，日々の小さな気づきを積み重ねることが求められる．したがって，作業者が自発的に工夫・提案できる環境が，改善活動の基盤となる．

改善活動の流れを**図2**に示す．六つのフェーズを順に実施することによって継続的な成長が期待できる．以下に，各フェーズの内容を示す．

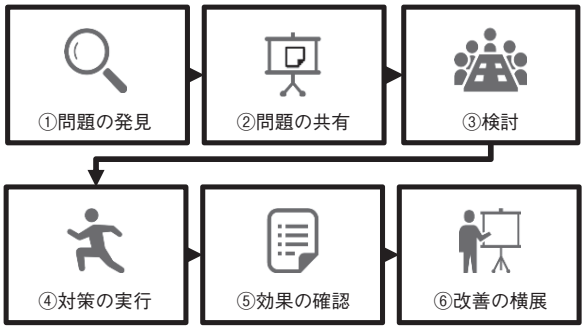

図2　改善活動の流れ
Improvement activity flow

①問題の発見：現場での違和感や無駄，小さな困りごとへの「気づき」が，改善活動の出発点となる
②問題の共有：一人で解決できない場合は，発見した問題を上長やメンバーと共有する
③検討：関係者と一緒に問題を分析し，現実的な改善案を話し合って対策を決める
④対策の実行：決定した対策を個人またはチームで実行する
⑤効果の確認：実行結果から改善の効果を確認する
⑥改善の横展：同様の問題を抱える他の現場へ展開する

2.2　改善活動における課題

製造現場における改善活動では，業務中に得た気づきや提案内容を記録し，組織全体で共有・活用することが求められる．従来の改善活動では，発見した問題を付箋に記入し，ホワイトボードに貼り付けて作業者から上長や有識者へと順に共有していたが，さまざまな課題があった．各フェーズにおける主な課題を以下に示す．

①問題の発見
・慣れ親しんだ作業であることから作業者の経験則や感覚に頼る場面が多く，非効率や作業上の不備に気づきにくい傾向がある．また，新規作業者は既存のやり方を疑うことなく受け入れやすい，という問題がある

②問題の共有
・問題を共有しても，その後の対応が遅い傾向がある

③検討
・ホワイトボードでは対応者や進捗状況の把握が困難である（**図3**）．
・進捗が見えないため，問題発見者のモチベーションが低下し，改善活動の質が悪化・停滞する

④対策の実行
・改善活動に割ける時間が限られている

⑤効果の確認
・対策後に効果を確認する頻度が低い
・共有方法が認知されておらず，改善の活用が不十分である

⑥改善の横展
・過去の改善提案を検索・参照する手段がないため，有用な知見が多数の改善内容に埋没し，広く活用されない

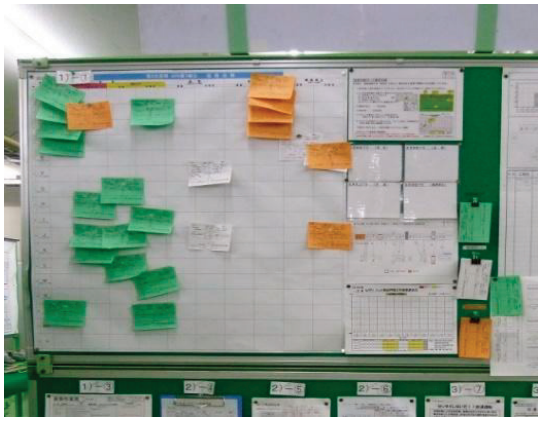

図3　問題メモが貼り付けられたホワイトボード
Board where problem memos are posted

2.3　改善活動ツールのメリットとデメリット

改善活動の各フェーズにおける従来方式の特徴について，メリットとデメリットの両面で整理した結果を**表1**に示す．前述のとおり，従来の改善活動ではホワイトボードと付箋，紙の記録用紙を用いていた．このようなアナログ手法は自由度が高く，誰でも簡単に扱えるメリットがある反面，情報の集約や共有が難しいというデメリットもある．

表１　従来方式のメリットとデメリット
Advantages and disadvantages of the conventional method

フェーズ	メリット	デメリット
①問題の発見	・問題発見後，すぐに記録可能	—
②問題の共有	・特段の操作なく読める即時性 ・自由な表現	・情報の分散 ・整理が難しい
③検討	・全員参加が容易	・同時編集不可 ・検討の遅延
④対策の実行	—	—
⑤効果の確認	・自由な図解表現が可能 ・手書きで要約・図解力の向上	・紛失や破損リスクへの対応の手間 ・記入ミス，誤読で手戻り
⑥改善の横展	—	・検索や再利用不可 ・必要な部署に情報が届かない

3．改善活動のデジタル化に向けた スキルアップ Navi の機能と役割

第２章で述べた課題から現場の改善活動を活性化するには，紙媒体やホワイトボードにはない機能が求められる．従来の改善活動では「情報の分散と共有不足」「進捗の不透明性」「手作業によるミスや工数の増加」などの課題があった．これらの課題を解決するため，記録と管理のデジタル化を推進した．

デジタル化に当たって，改善活動の各フェーズにおける主な要件を以下に示す．

①問題の発見
・問題を発見した場所で簡単に記録できる
②問題の共有
・問題を一元管理し，更新時に情報が分散せず，関係者間での共有に遅れが生じない
・機密情報へのアクセスを適切に管理し，情報漏えいリスクを低減できる
③検討
・テレワークや出張先からでもリアルタイムで意見交換や意思決定ができる
④対策の実行
・問題ごとに完了期限を設定・進捗管理ができる
・問題の優先度や発生日に応じて層別できる
⑤効果の確認
・対策の効果を迅速かつ正確に把握するため，自動集計や自動計算機能を備える
・詳細な分析によってデータを外部出力できる
⑥改善の横展
・類似の問題を解決したいとき，過去の改善事例を容易に検索および参照できる

当社が開発するスキルアップ Navi には，これらの機能要件を満たし，デジタル連携の実現が求められる．

4．スキルアップ Navi の技術

本章ではスキルアップ Navi に実装した技術を具体的に紹介する．**図４**にスキルアップ Navi 技術の全体像および節番号との対応を示した．

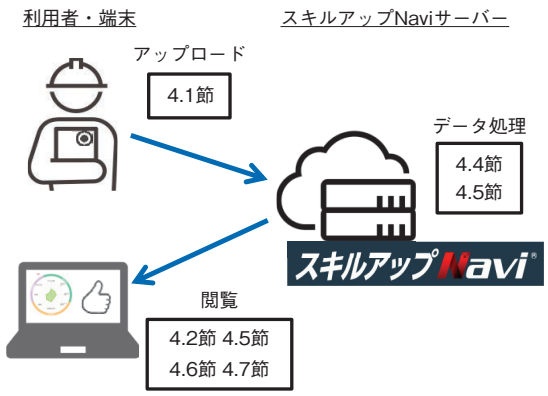

図４　スキルアップ Navi 技術の全体像
Overview of technologies in Skill-Up Navi

4.1　撮影制限現場に対応したカメラ機能

製造現場では機密情報やノウハウの漏えい防止の観点から，写真撮影を厳しく制限している場合が多い．しかし，複雑な機械の状態や現場の正確な状況を共有するには，画像による記録が有効なため，改善活動に写真を活用したいという現場のニーズも高い．従来のカメラアプリケーションでは，撮影画像が端末のストレージに保存されるため，端末の紛失や盗難時に情報漏えいのリスクが生じていた．

スキルアップ Navi では，撮影画像は一時的に端末メモリに保持されるが，クラウドサーバーへアップロードした後は自動的に消去される．すなわち，端末にデータが残らないことから情報漏えいリスクを低減できる．その概要を**図５**に示す．

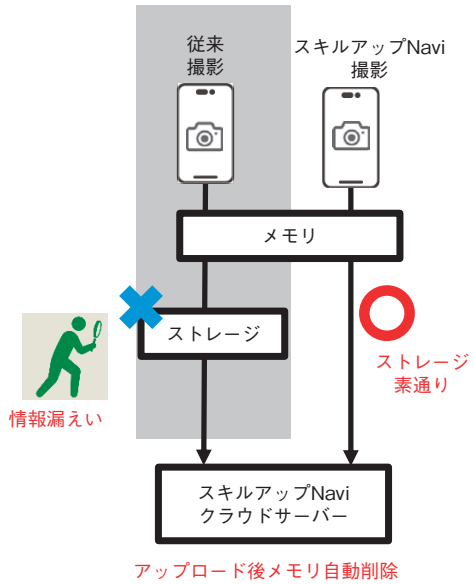

図5　スキルアップ Navi を使用した写真保存
Storage of photos using Skill-Up Navi

ただし，スキルアップ Navi 以外のアプリケーションで撮影した場合には写真が端末に残る．そのため，当社ではデータフォルダへのアクセスを端末管理ソフトにて規制し，写真データの取り出しができないようにしている．

4.2　作業者の能力の見える化

スキルアップ Navi では，現場作業者の「問題発見力」や「改善提案力」を定量的に評価し，レーダーチャートで可視化する仕組みを実装している（**図6**）．**第２章**で示した「問題対処能力」と「改善提案能力」の分類は現場の状況や設備の実態をもとに整理したが，アプリ設計においてはユーザー自身が状況を把握しやすくするため，「課題発見力」「改善企画力」「改善実践力」の３分類に再構成した．すなわち，作業者の具体的な行動や改善活動をより詳細に捉えることにより，アプリの支援機能を的確に設計・評価することを目的とした．これにより，各作業者の長所と短所に応じた指導が可能となり，効率的な人材育成が実現できる．

能力評価は各作業者が実施した改善活動について，提案の件数や内容の質，実現率，実行までの期間など，複数の観点で数値化している．すなわち，能力ごとに評価の観点を設け，これらを総合して個人ごとのスコアを算出する仕組みである．算出されたスコアはレーダーチャートの各軸に割り当てられ，個人ごとの能力バランスや成長度合いを視覚的に把握できる．本機能は，現場

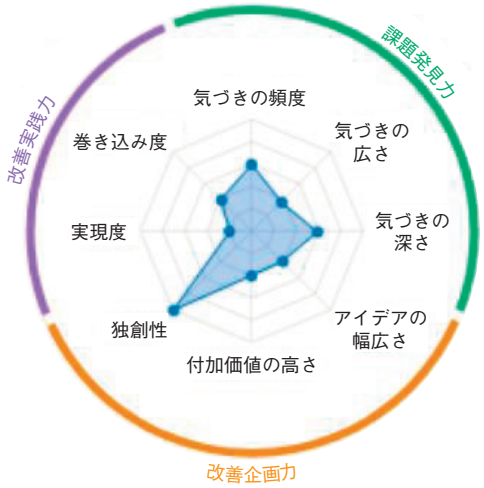

図6　スキルアップ Navi を使用した作業者の能力評価（例）
Evaluation example of worker capabilities using Skill-Up Navi

での人材育成や能力開発の支援に活用され，作業者のモチベーション向上にも寄与している．

一例として「気づきの深さ」の算出方法を示す．まず，気づきの内容をいくつかの観点に分け，それぞれについて複数の評価基準と独自の重み付けを用いて点数を算出する．これらの点数を合計し，「気づきの深さ」として評価している．

気づきの深さ = 要素 1 + 要素 2
要素 1 = 指標 1．1 × α +指標 1．2 × β
要素 2 = 指標 2．1 × γ + 指標 2．2 × δ
（α，β，γ，δ は独自検証で導出した係数）

4.3　さまざまなシーンで活用されるための画面の工夫

製造現場では，直感的な操作性や情報の視認性を備えたユーザーインターフェース（User Interface：UI）が求められる．また，実際の使用を通じて得られる心理的かつ感覚的な満足度，すなわちユーザーエクスペリエンス（User Experience：UX）も重要な要素である．

スキルアップ Navi ではチーム内の熟練したデザインエンジニアがヒューリスティック評価（経験則に基づく専門的な評価手法）を実施した．操作性や視認性の観点からシステムの使いやすさを検証し，その結果を反映することによって誰もが直感的に利用できる優れた UI・UX を実現した（**表2**）．

表2　スキルアップ Navi の UI・UX の課題
Skill-Up Navi UI/UX issues

重要ポイント	主な課題例	対応策
デザイン一貫性	画面ごとに見た目が異なる	ガイドライン策定・統一
エラー防止	必須項目がわかりにくい	必須表示，未入力時アラート
アクセシビリティ	色だけで情報を伝えている	形やラベルを併用，配色見直し

従来の改善活動フェーズ①～④におけるホワイトボードの運用にあわせ，スキルアップ Navi のダッシュボードを四つの進捗段階に分けた．また，操作に必要なタップ数を最小限に抑え，撮影・入力・送信までを円滑に行える UI を実現した．例えば，音声入力機能を採用し，手が使いづらい状態でも入力できるようにした．現場では作業者がスマートフォンで問題を見つけたら即座に入力し，事務所では管理者がパソコンで問題を一覧表示して分析する．このような利用シーンを想定しながら画面を設計し，作業者のフィードバックも反映させながら日々継続的に UI・UX を改善している．

4.4　クラウドサーバーとネットワークセキュリティ

開発当初はスキルアップ Navi をオンプレミス環境で運用していた．しかし，リソースの柔軟な拡張が難しい点においてシステムの規模拡大に課題があった．実際にデータ量や利用者数が増加した際には，リソースの追加や運用の改善に時間と手間を要し，迅速な対応が困難であった．データ量や利用者の将来的な増加を見据え，運用の柔軟性と効率性を確保するため，クラウドサーバー環境へ移行した．なお，クラウドサーバーはスケーラビリティやセキュリティ設計の柔軟性に優れており，製造業やスマートファクトリー分野での実績もある．

4.5　通信速度の改善

画像データの蓄積によって画面の読み込み時に設定時間を超過し，通信が中断する事例が発生した．利便性の低下や利用意欲の減退を防ぐため，通信速度の改善を目的としてシステム設計を見直した．その結果，利用者がアップロードした高解像度の画像をサーバー側で自動的に圧縮およびリサイズし，通常の画面では圧縮画像を表示することにより，通信量の削減と表示速度の向上を実現した．一方，ダウンロードや拡大表示をするときなど，高解像度の画像が必要な場合には元画像を提供できる仕組みとしている．

画像圧縮ではスマートフォンで撮影した高解像度の画像（5 632 × 4 224 ピクセル，約 2 400 万画素）を元に縦横比（4：3）を維持したまま複数のパターンで圧縮した．圧縮サイズは最小 500 × 375 ピクセルから最大 1 025 × 750 ピクセルまでとし，視認性およびファイルサイズの変化を比較した．その結果，長辺を 500 ピクセル程度まで圧縮しても視認性に問題はなく，圧縮後も重要な情報や細部が保持されていることを確認した．画像データの処理フローを**図7**に示す．

さらに，従来は問題を一覧表示する際，全件を一括で読み込んでいたが，30 件ごとに区切って 1 ページとして読み込むことによって一度の通信量を削減した．この結果，以前は 2 分以上かかっていた画像の読み込み時間が 5 秒以内に短縮され，通信時間を 96% 削減できた．

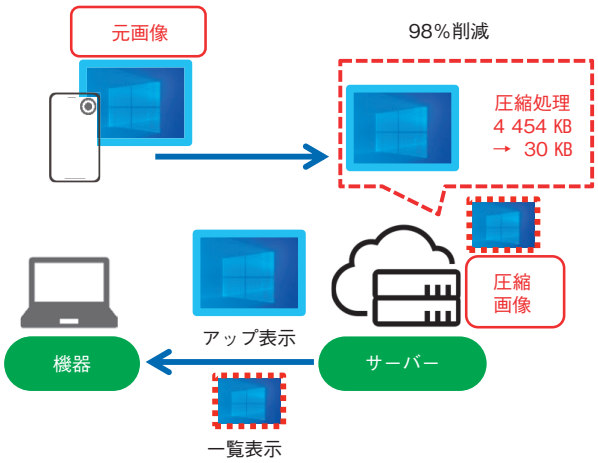

図7　速度改善後のデータ処理
Data processing after speed improvement

4.6　利用者の活動データの活用

従来，提出した改善案は上長によって採点後，事務局で集計されていたが，提案者はこれらの過程を追跡できなかった．そのため，「改善につながっているのかわからない」という声が提案者から寄せられていた．職場 SNS での相互フィードバックはアイデア投稿率を約 31% 高めることが報告されていることから[1]，改善提案へのリアクションが有用であると考えた．

そこで，スキルアップ Navi では上長からのコメントや，ほかの利用者からの「いいね」などのリアクション機能を実装し，提案に対するフィードバックを可視化した．さらに，改善提案への参加状況（提案数，「いいね」の数，参加回数など）を記録し，分析するシステムを構

築した．利用者アンケートでは，コメントによるフィードバックを評価する声が多く，ランキング機能の導入により提案活動が活発化した．複数の評価指標に基づいて算出された提案の等級，「いいね」の数，閲覧数のランキング表示により，従来の形式的な提案にくわえて，遊び心のあるタイトルで閲覧数を競い合うグループも現れ，改善活動が活発化している．

4.7　エクセルへの出力

スキルアップ Navi を導入した目的は問題対処能力と改善提案能力の向上であったが，徐々に利用者独自の活用方法が考案されていった．活用方法の拡大に伴って多岐にわたるデータが蓄積され，その有効活用を求める声が寄せられたため，エクセルへの出力機能を追加した．

報告書テンプレートをアップロードできる機能を新たに追加した．これにより，記載内容が自動的に反映された Excel 形式での出力が可能となったほか，フォーマット変更も容易となり，柔軟なデータ整理が実現できるようになった．さらに，データの抽出が容易となり，迅速な分析や評価が可能となった．

5．おわりに

5.1　導入効果

本報では，製造現場における改善活動の活性化と業務効率化を目的として開発した改善活動支援システムであるスキルアップ Navi の機能と有効性を報告した．従来の紙媒体による運用をデジタル化することにより，情報の一元管理，進捗の可視化，リアルタイムでのフィードバックなどを実現し，現場の課題を解決している．

システム導入の結果，当社の香川工場では改善提案件数が月平均 173 件から 217 件へと約 25% 増加した（**図8**）．また，画像データの圧縮および分割読み込み機能の導入により，ダッシュボードの画面読み込み時間が 96% 短縮された．さらに，ランキング機能やフィードバック機能の実装で提案活動が活発化し，拠点間で知見の共有や改善の横展開が促進された．

5.2　今後の取り組み

今後は，**4.2 節**で紹介した改善能力の可視化技術をさらに向上させる予定である．具体的には，より正確かつ実態に即した能力評価ができるようにレーダーチャートの算出ロジックや評価指標を見直し，評価精度を向上させる．さらなる生産性向上のため，所要時間から作業者の熟練度を可視化し，作業の正確さ，作業スピード，業務への理解度といった能力を向上できるような製品を開発していきたい．

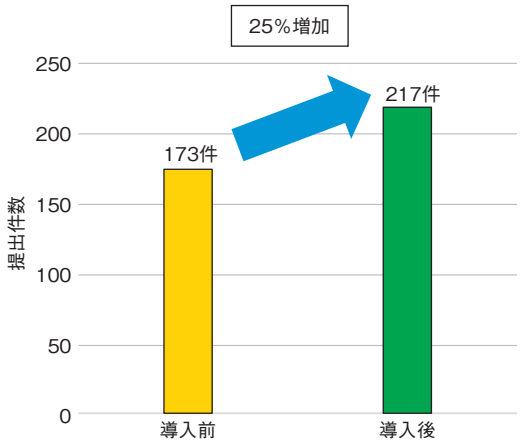

図8　スキルアップ Navi 導入前後の改善提案数（月平均）
Average number of improvement proposals per month before and after introduction of Skill-Up Navi

＊ スキルアップ Navi は，株式会社ジェイテクトの登録商標です．

参考文献

1）K. M. BRYKMAN. J. L. RAVER：Persuading managers to enact ideas in organizations：The role of voice message quality, peer endorsement, and peer opposition, Journal of Organizational Behavior, Vol. 44, No. 5 (2023) 802-817.

筆　者

西村歩美*
A. NISHIMURA

*　株式会社ジェイテクトエレクトロニクス　BCE 推進部