

11. オペレータトレーニングシステムの開発

株式会社 小松製作所 車両第一開発センタ ○三本 喬之
株式会社 小松製作所 車両第一開発センタ 浅井 康介
株式会社 小松製作所 試験センタ 平林 憲

1. 開発の背景

建設機械を操作するオペレータの高齢化に伴い、熟練したオペレータ不足が深刻化しており、新人オペレータの短期間での技能習熟が求められている。そのような中で新人オペレータが運転技能を学習できるツールを活用し、自立的に運転技能を習熟してゆくことが望まれる。そのツールの従来技術として燃費や掘削量の評価を提供するものはあるが、評価が悪かった場合、オペレータは具体的にどのように改善すればよいかわからないという課題があり、新人オペレータを短期間で技能習熟させることはできていない。

そこで、上記問題を解消する技術として、熟練オペレータの運転技術をデータ化して新人オペレータの問題点をデータから把握し改善を促す事で短期間での技術習熟を可能とするオペレータトレーニングシステムを開発し、新人オペレータの技能習熟効果の確認を行った。

2. オペレータトレーニングシステムについて

建設機械、特にホイールローダなどの作業機を有する機械の場合、掘削や積込など作業の種類によって最適なアクセル操作が異なる。燃費を良くしたいというニーズに対し、アクセルをあまり踏まなければ燃費は良くなる一方で作業時間は長くなり掘削量も少なくなるので作業効率が悪化してしまうという問題がある。

そこで本システムはホイールローダのVシェイプローディングを対象とし、一連作業を工程毎に分解して推奨オペレーションとの技能の違いを評価し、燃費及び作業効率の視点から、どの工程に問題があり、どのようにすれば改善できるのかをメッセージで提供する。

2-1. システム構成

本システムの構成を図1に示す。車両制御装置と表

示器が車両ネットワーク(CAN)で接続されており、逐次車両から取得したデータをもとに表示器にて計算して結果を表示する。

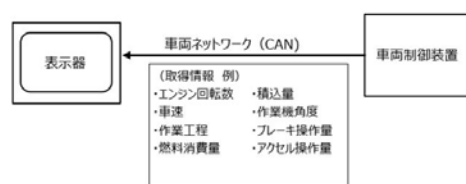


図1 システム構成

2-2. システム概要

本システムは、あらかじめ取得しておいた熟練オペレータの運転パターンを教師データとする。燃費[L/h]および作業効率[ton/L]をVシェイプローディングの作業工程(空荷前進、掘削、積荷後進、アプローチ、排土、空荷後進)ごとに計算し、教師データに対するオペレータの運転データの達成率をレーダチャートで表示する。教師データに対し未達になっている作業工程のアイコンを押すと、リコメンドメッセージを表示して改善方法を提供し、教師データ相当に到達した作業工程のアイコンを押すと賞賛メッセージを表示してモチベーションUPを図る。

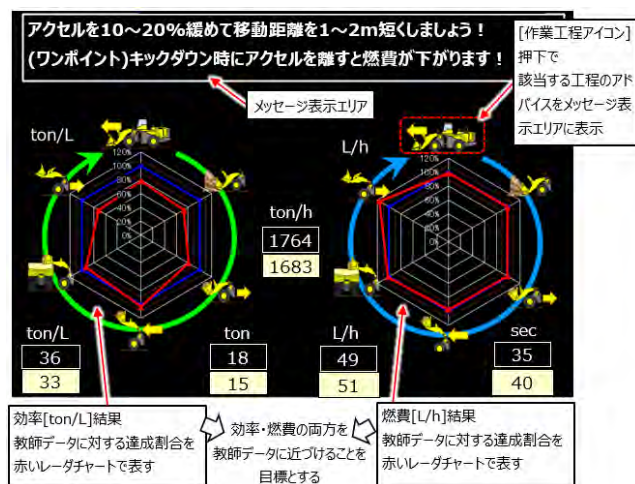


図2 トレーニング画面表示

オペレータトレーニングシステムでは、オペレータの運転データの各評価項目（エンジン回転数、アクセル開度、移動距離、所要時間、ブレーキ時間、積込量、燃料消費量）が、教師データの評価項目からどれほど外れているかでその評価項目の良し悪しを判定する。あらかじめ16回分の教師運転データを取得し、Vシェイプローディングの作業工程別に分類する。次に図3に示すように異なる2つの評価項目間における相関を計算する。

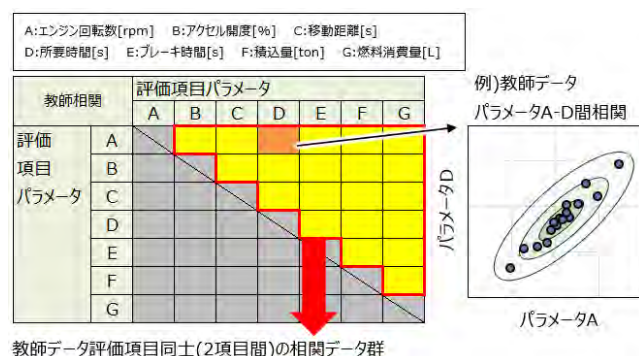


図3 教師データ相関計算

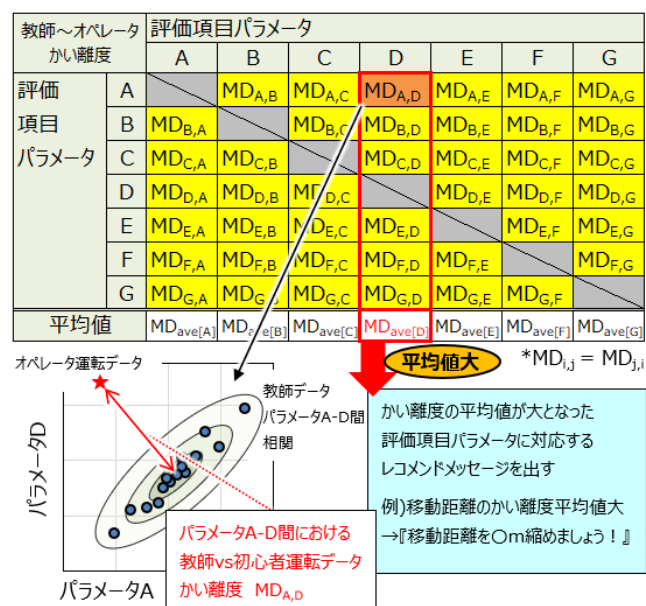


図4 オペレータ運転データ評価

オペレータ運転データの評価方法を図4に示す。作業工程ごとに各評価項目のオペレータ運転データと教師データの「かい離度」を計算し、各評価項目ごとに平均値を算出する。平均値が一定値以上の評価項目を教師データから外れた主要因(改善指摘の対象)と判定し、対応したリコメンドメッセージを表示させる。

3. トレーニング効果の確認

当社試験センタの初～中級者オペレータ(運転経験1～6年)4名を対象に、本システムを用いたトレーニング効果の確認を行った。結果を図5に示す。

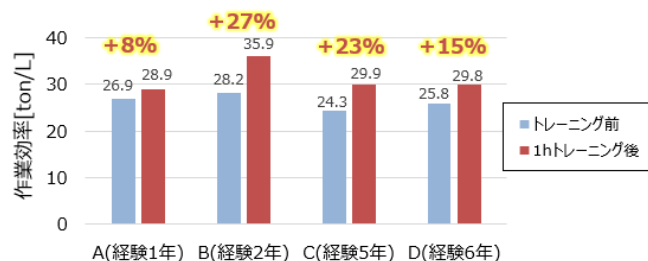


図5 トレーニング効果確認結果

本ツールのガイダンスに従って1時間程度運転を繰り返したところ、いずれのオペレータも作業効率(ton/L)の改善が見られ、最大で27%改善したことが確認できた。またオペレータの使用感に対するヒヤリング結果を下記に示すが概ね高評価を得た。

<オペレータからのヒヤリング結果>

- ・「今の動き」が「今わかる」のは良い。
- ・結果を見せるのみではなく、具体的にどうすればよくなるかを提示してくれるので良い。
- ・スコアを良くしたいというモチベーションになり、ゲーム感覚で楽しめる。
- ・高評価ではめてくれるのは嬉しい。

初心者オペレータは、自分の運転の何が悪かったのかにそもそも気づいていない場合があり、本システムにより運転を行った直後にオペレーションの問題点を指摘することで、修正すべき点が明確になり、改善につながったと考えられる。以上の結果より、オペレータトレーニングシステムが初心者オペレータの短時間での技能習熟に有効であることが確認された。

4. 今後の展望

対象となる機種種の拡張等も踏まえ、本システムの商品化に向けての開発を進めてゆく。またVシェイプローディング作業以外にも適用できるように更なる改善を進めていく。