

AI手法と従来手法の組み合わせによる在庫補充方式 Inventory Replenishment based on a Combination of AI and Conventional Method

塚原 朋哉[†] 宗形 聡[†] 手塚 大[†]
Tsukahara Tomoya Munakata Satoshi Tezuka Masaru

1. はじめに

市場の変化への対応や資金の回転率向上などの観点から適正な在庫を維持することは重要である。在庫が欠品すれば販売機会を逃し、過剰になれば資産を圧迫するため、従来から適正な在庫管理をするための在庫補充の手法が考案されてきた[1]。

筆者らは在庫管理担当の熟練者の在庫診断基準を AI に学習させ、熟練者の診断履歴に基づき在庫水準の異常を抽出する在庫診断 AI 技術を開発した[2]。熟練者の在庫診断の履歴から診断結果と関連する補充量、販売量、在庫量の時系列データの特徴をディープラーニングで学習した在庫診断 AI モデルを用いて在庫状態を診断する技術である。

サービスレベルをもとに安全在庫水準を設定し定期的に発注量を決める定期発注方式(以下、従来手法 1)と、在庫診断 AI モデルが適正な在庫量と判断するように発注量を決める発注方式(以下、従来手法 2)についての事前実験から、それぞれの手法で有効な品目があることが分かった。本報告では品目の属性に基づいて在庫の補充手法選択のための分類ルールを決定木を用いて作成し、従来手法 1 と従来手法 2 を組み合わせる手法を提案する。

電気機器製造業の在庫補充の実データで評価を行い、提案手法により欠品抑制と、在庫月数の改善を示す。

以下では、まず在庫補充方式について説明し、次に品目に適した在庫補充方式を選択する分類ルールについて説明し、評価を行う。

2. 在庫補充方式

2.1 従来手法 1(定期発注方式)

本実験の在庫補充手法の 1 つは定期発注[1]である。需要予測を行う期間は、月 1 回の定期的な発注検討日から納入リードタイム(発注検討から出荷準備ができるまでの期間)まで、サービス率は在庫ランクに応じて 60%~95%である。

2.2 従来手法 2(AI 発注方式)

在庫補充手法のもう 1 つの手法は在庫診断 AI 機能を用いた手法である。従来手法 2 は需要予測結果と在庫診断 AI モデルによる未来の在庫の診断結果を利用する手法である。以下により補充日と補充量を決定する。

(1) 補充日

安全在庫を含めない需要予測結果に基づき、納入リードタイム以降を在庫診断 AI 機能を用いて定期的に診断する。診断結果は在庫が少ない方から順に 6 段階(欠品、欠品リスク、理想的、普通、過剰、超過剰)ある。診断結果が欠品や欠品リスクとなる時点を補充日とする。発注日は補充日

から納入リードタイム期間さかのぼった日となる。

(2) 補充量

補充日の補充量を増加させながら、補充日の 30 日後の在庫状態を AI モデルが診断し、診断結果が欠品リスクから理想的に変わる増加量を補充量(発注量)とする。品目により適切な在庫量が少量(数点)~多量(数万点)と異なるため、補充量算出の際、(補充量+在庫量)の 1/20(最低量は 1)ずつ加速度的に補充量を増加させ計算時間短縮を図った。

3. AI 発注方式と定期発注方式を組み合わせたハイブリッド手法

従来手法 1, 2 を組み合わせた在庫の補充手法を提案する。事前実験によって、品目ごとに有効な手法が異なることがわかったため、品目の特性から有効な手法を選択する分類ルールを作る。

3.1 品目グループ化

事前実験の結果から、従来手法 1 と従来手法 2 それぞれに有効な品目をグループ化した。なお、従来手法 1, 2 の在庫月数の差が小さい品目は手法による差はないとしグループ化の対象からは外し、在庫月数の差の絶対値が 3 ヶ月以上の 45 品目について在庫月数が小さい手法を有効な手法として、従来手法 1 が有効な品目(35 品目)、従来手法 2 が有効な品目(10 品目)の 2 つのグループに品目を分類した。

3.2 分類ルール

グループの品目の共通特徴を抽出することで、在庫の補充手法を選択する分類ルールを作成する。分類ルールの作成には解釈可能なルールで階層的に分割していく決定木(CART 法[3])を利用した。目的変数は 3.1 節で作成したグループ(従来手法 1 か、従来手法 2 か)とした。説明変数を表 1、作成した決定木を図 1 に示す。

決定木から従来手法 2 を適用する品目として、単価が低く製造中の品目、という分類ルールが得られた。

表 1 決定木の説明変数

項目	変数種別	内容
製造	質的データ	製造中/製造終了の二値
製品区分	質的データ	販売頻度を示すラベル値
納入 LT	量的データ	納入リードタイム
販売数量	量的データ	1 日当たりの平均販売数量
販売金額	量的データ	1 日当たりの平均販売金額
単価	量的データ	在庫単価
需要予測誤差	量的データ	1 ヶ月単位の需要予測値と販売実績値との誤差(RMSE)

[†]株式会社日立ソリューションズ東日本
Hitachi Solutions East Japan, Ltd.

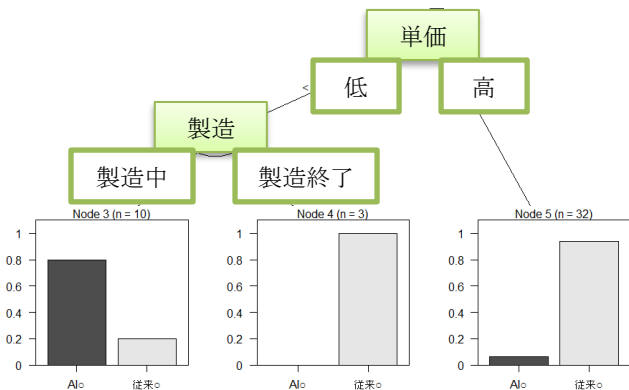


図 2 手法決定木(黒:従来 2 有効、灰:従来 1 有効)

4. 評価実験

4.1 評価指標

手法の評価のため、在庫の評価指標を定義した。

(1) 欠品

販売予定イベントを表す販売計画に対して、販売計画どおりには販売できなかった(欠品が発生した)イベントがある品目数として欠品を定義する。0 に近いほど在庫の状態は良い。

欠品=(販売計画数量 > 前日在庫数量)の状態がある品目数

(2) 在庫月数

在庫量が何ヶ月分の販売量に相当するかを表す指標として在庫月数を定義する。欠品が発生していない場合、0 に近いほど在庫の状態は良い。

在庫月数=測定期間の 1 ヶ月あたりの平均在庫数量 / 1 ヶ月あたりの平均販売数量

平均在庫数量は、評価期間の 1 ヶ月の平均在庫数量とし、1 ヶ月あたりの平均販売数量は、評価期間を含みそれ以前の 6 ヶ月間の期間で、1 月あたりの平均販売数量とした。

4.2 評価データ

在庫補充の実データで評価した。評価対象品目は電気機器製造業のサービスパーツの品目で、従来手法 1 か従来手法 2 のどちらかで補充のある 79 品目とした。納入リードタイムは 3 種類(90 日,120 日,150 日)である。評価対象期間は品目ごとの納入リードタイム後の 1 ヶ月間とした。

4.3 評価指標

4.3.1 欠品

(1) 欠品

事前実験結果では、従来手法 1 で 2 品目欠品が発生し、従来手法 2 で 0 品目で欠品が発生していた。提案手法では 1 品目で欠品が発生した。分類ルールにより、従来手法 1 で欠品発生 2 品目のうち、1 品目は従来手法 2 適用となり欠品が抑制できた。

(2) 在庫月数

事前実験結果では、従来手法 1, 2 の在庫月数の平均値を算出したところ、従来手法 1 では 12.6 ヶ月、従来手法 2 では 14.4 ヶ月であった。提案手法では在庫月数平均値は 10.3 ヶ月となり従来手法 1 単体に比べて 18%、従来手法 2 単体に比べて 28%改善した。

表 2 手法ごとの欠品と在庫月数

	欠品(品目数)	在庫月数(月数)
従来手法 1 (定期発注)	2	12.6
従来手法 2 (AI 発注)	0	14.4
提案手法	1	10.3

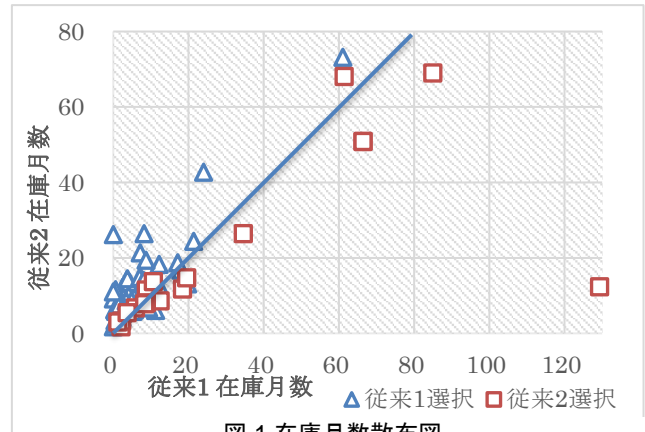


図 1 在庫月数散布図

4.4 考察

3 つの手法の欠品と在庫月数の評価結果を表 2 に示す。

従来手法 1 と比べて欠品 2 品目中、1 品目で欠品を抑制できている。在庫月数の平均値は従来手法 1, 2 のうちの在庫月数の少ない手法が選択できていることがわかる。

従来手法 1, 2 の在庫月数をそれぞれ横軸・縦軸に取り、提案手法で選択した手法をマーカー(△: 従来手法 1、□: 従来手法 2)で表した散布図を図 2 に示す。

散布図中の直線は従来手法 1, 2 どちらの在庫月数も等しいことを表す。直線の左上が従来手法 1 が有効、右下が従来手法 2 が有効であり、提案手法が有効な手法を選択し、有効ではない手法を選択している場合でも直線付近に分布し、分類ルールが有効な手法を選択していることがわかる。

5. おわりに

在庫補充手法として従来手法 1(定期発注方式)と従来手法 2 (AI 発注方式)のそれぞれの手法に有効な品目をグループ化し、グループの品目群の特徴をもとに、品目ごとに適用する在庫補充手法を選択する分類ルールを決定木により作成した。分類ルールにより欠品の抑制と、従来手法 1、従来手法 2 単体に比べて 18%~28%の在庫月数の改善結果が得られた。

今回の結果は 1 種類のデータセットで得られた結果であり、分類ルールが汎用的であるかの検証はできていない。交差検定や異なる期間・品目での評価は今後の課題である。

参考文献

- [1] 勝呂隆男, “適正在庫の考え方・求め方”, 日刊工業新聞社, (2003).
- [2] 塚原朋哉, 清藤駿成, “在庫水準を専門家と同じように診断する AI モデルの改良”, 日立ソリューションズ東日本技報, 第 26 号 (2022).
- [3] Breiman Leo, Friedman J. H., Olshen R. A., Stone C. J., "Classification and regression trees." Monterey, CA: Wadsworth & Brooks/Cole Advanced Books & Software, (1984).