

LLM を活用したサプライチェーンマネジメント演習支援システムの開発 －質問対応とフィードバックの2機能の提案－

Development of a Supply Chain Management Seminar Support System using LLM

- Proposal of Inquiry Response and Feedback Functions -

青野 圭汰^{*1}, 高野 泰臣^{*2}, 小松川 浩^{*2}
Keita AONO^{*1}, Yasuomi TAKANO^{*2}, Hiroshi KOMATSUGAWA^{*2}

^{*1} 公立千歳科学技術大学大学院 理工学研究科

^{*1} Graduate School of Science and Technology, Chitose Institute of Science and Technology

^{*2} 公立千歳科学技術大学 理工学部

^{*2} Faculty of Science and Technology, Chitose Institute of Science and Technology

Email: m2250010@photon.chitose.ac.jp

あらまし: サプライチェーンマネジメント (SCM) 演習において, 学習者が操作上の不明点や概念の理解不足で停滞し, 学習効果に個人差が生じる課題がある. 本稿では, LLM を活用して学生の状況に応じた支援を行うシステムの構築について報告する. 本システムは, 演習の進行を補助する「質問対応機能」と, ラウンド終了後に役割横断的な気づきを与える「フィードバック機能」の2点を備える. これにより, 演習中の停滞を防ぐとともに, 学生自身の意思決定プロセスに対する深いリフレクションの促進を目指す.

キーワード: サプライチェーンマネジメント (SCM), 大規模言語モデル (LLM), 個別適応型学習 (Adaptive Learning)

1. はじめに

サプライチェーンマネジメント (SCM) は, 在庫, コスト, サービスレベルなど多様な要因のトレードオフを理解する必要がある, 座学のみでの習得は困難である. そのため, SCM 教育においてはシミュレーションツールを用いた演習が有効とされる. しかし, 学習者が操作上の不明点や概念の理解不足で一度つまずくとリカバリーが難しく, 学習効果が個人の習熟度に左右されやすいという課題がある. また, 教員や TA が全学生の状況を常に把握し, 適切なタイミングで個別に指導を行うことは人的リソースの観点から困難である. そこで本研究では, SCM シミュレーションツールを用いた演習を対象として, LLM (大規模言語モデル) を活用し, 学生の状況に応じた個別適応型 (Adaptive) 学習支援システムを提案する. 本システムは, 学生からの質問に回答する機能と, 演習後の学習状況に対してフィードバックを提示する機能を備える. 本稿では, 本システムの構築について報告し, 今後は実授業への導入を通じてその有効性を評価する予定である.

2. 提案システムと導入予定の授業

本研究における提案システムは「質問対応機能」と「フィードバック機能」の大きく2つの機能を有している. まずは提案するシステムの前提となるシミュレーションツールや導入予定の授業に関して説明する.

2.1 演習で使用するシミュレーションツール

本研究では, 本学の授業内で既に実施されている SCM 教育に提案システムを導入することを予定している. その授業では SCM シミュレーションツ

ルとして「The Fresh Connection (TFC) ⁽¹⁾」を使用しており, 本研究においても TFC を使用した演習を実施することを前提とする. TFC は SCM のシミュレーションが行える SCM 教育用の Web システムであり, 学習者が演習に取り組んだ履歴 (演習ログ) などの情報を蓄積している. 教員はそれらの演習ログをエクセル形式でダウンロード可能となっている.

2.2 導入予定の授業

本システムを導入する予定の授業では, おおよそ4人1グループのグループワーク形式で SCM の演習課題に取り組む. 各学習者はグループ内で営業, 調達, オペレーション等の役割を担う. 各グループは1週間かけて演習に取り組み, 1週間後の授業のタイミングで教員からフィードバックが提示され, また1週間かけて演習に取り組むというサイクルで進められている. なお, 1サイクルのことを授業内ではラウンドと呼ぶ.

2.3 システム基盤

本システムは, Dify⁽²⁾を活用して構築しており, LLM のモデルは GPT-5 を採用している. また, 必要に応じて, LLM 外部の知識を参照する RAG (Retrieval Augmented Generation) の仕組みを採用しており, 外部知識のデータソースは TFC の演習ログに加え, 授業で用いた資料や TFC の操作マニュアルなどを参照している.

2.4 質問対応機能

本機能は学習者の質問に対して各種データソースを参照しながら回答を提示する機能である（図 1）。これにより、学習者が学習中に生じた疑問に対して、演習の取り組み状況も踏まえて個別最適な回答を提示することができる。質問対応機能の出力例を表 1 に示す。

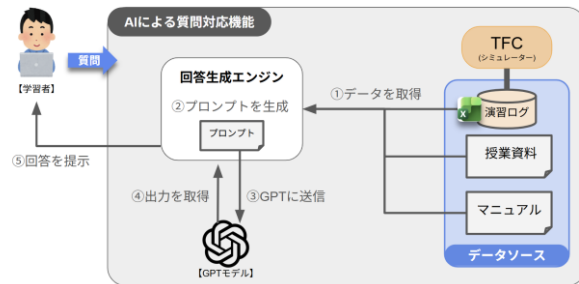


図 1：質問対応機能の概念図

表 1：質問対応機能の出力例

質問	倉庫キャパシティはどのように決定すべき？ラウンド 1 でそれがわからず適当にして悪くしてしまったようなので教えてほしい。
回答	あなたの R1 実績（完成品 1128、原材料 753）では稼働率が 50～66%と過剰です。目標稼働率 85%を目安に、完成品は 1300～1400、原材料は 900～1000へ縮小し、コスト最適化を図ることを提案します。 今後の指針： 営業側のサービスレベル設定に伴う安全在庫の増減に合わせ、目標稼働率 80～90%を維持するよう微調整を継続してください。

2.5 フィードバック機能

本機能はラウンド終了時に、各役割（営業、調達、オペレーション等）の数値結果やグループ全体の取り組みを分析し、フィードバックを生成する機能である（図 2）。単なる正誤の提示ではなく、SCM 理論に基づいた問いかけを併せて行うことで、学習者自身の意思決定プロセスに対して気づきを促すことを狙っている。フィードバック機能の出力例を表 2 に示す。

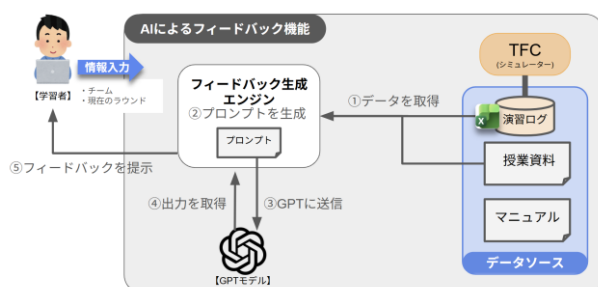


図 2：フィードバック機能の概念図

表 2：フィードバック機能の出力例

現状分析： 売上・粗利は大幅増ですが、1L 主力の店頭在庫切れと PET 輸送費の増大がボトルネックです。
数字の因果関係： 「輸送費削減」を狙った PET のまとめ買いが需要への追従を鈍らせ、逆に「在庫回転率」を重視しすぎた 1L 商品は、販促ピーク時の店への補充頻度が不足し欠品を招いています。
理論と論点： 在庫（余裕）を上流・下流のどこに置くかの戦略が未定義です。次ラウンドでは、A 顧客・主力商品の「死守ライン」を定義し、役割間で在庫上限と補充頻度の整合性を図ってください。

3. おわりに

本稿では、SCM 演習における学習支援を目的とした、2 つの機能を有したシステムを提案した。本システムでは、LLM を活用して学習者の質問内容に応じた回答を生成するとともに、シミュレーターから得られる演習結果を基にフィードバックを提示する構成とした。現在はプロトタイプによる動作検証の段階にあるが、数値データの解析およびそれに基づくフィードバック生成については、概ね良好な挙動を確認している。今後は、設計した各機能が個々の学習状況に応じた支援として有効に機能するかについて、実授業への導入を通じた実証的な検証を進める予定である。

4. 今後の展望

本研究の今後の展望として、以下の 3 点を進める計画である。

1. 実証実験による教育的効果の検証
実際の SCM 演習において本システムを導入し、学生の学習ログから質問傾向を分析する。
2. Excel 課題の自動生成および評価連携の高度化
Excel を用いた演習課題そのものを LLM に生成させ、さらに学生の回答ファイルを解析して自動的に評価・フィードバックを行う仕組みを構築する。
3. 思考誘導プロンプトの最適化
「問いかけ」によるフィードバックが、学生の意思決定プロセスや概念理解にどのような変容を与えるかを詳細に分析し、より教育効果の高いプロンプトエンジニアリングの手法を確立する。

参考文献

- (1) Inchainge B.V.: “About The Fresh Connection (TFC)”, <https://inchainge.com/business-games/tfc/> (参照日: 2026 年 2 月 10 日)
- (2) Dify.ai: Dify: Leading Agentic Workflow Builder, <https://dify.ai/jp> (参照日: 2026 年 2 月 10 日)。