

スケジュール作成機能を表計算ソフトのアドインとして提供する有効性と事例

05000158 (株)構造計画研究所

*山田 裕通 YAMADA, Hiromichi

1. はじめに

株式会社構造計画研究所(KKE)は、大学・研究機関と実業界を結び、リアルとバーチャルをつなぎ、課題に解決策(ソリューション)を見出すことで、社会に「価値」を提供することを掲げる、総合エンジニアリング企業である。当社のソリューション提供の形態の一つとして、アプリケーションソフトウェアの受託開発やパッケージ販売がある。

本発表では、ソフトウェア開発者の立場より、特にスケジュール作成を目的としたアプリを表計算ソフトのアドインとして提供した事例を報告し、実務適用や開発における特性について考察する。

2. 表計算ソフトのアドイン機能の技術的特徴

2.1 表計算ソフトの概要

Microsoft Excel に代表される表計算ソフトは、表形式データの集計、分析や帳票作成に適したアプリケーションソフトウェアである。基本的なオフィスアプリケーションとして普及しており、数式やフィルタリング、グラフ作成など高機能である。

2.2 表計算ソフトとスケジュール作成業務の親和性

スケジュール作成をはじめとする数理最適化技術を用いたソフトウェアでは、集合の要素を持つ各パラメータや決定変数値について、表形式のインターフェースで入出力することとなる。入力データが外部システムで全て構造化される場合にはパラメータ入力専用の GUI を要しないが、システム全体の開発規模は大きくなる。

最適化問題の入力パラメータ入力をユーザ操作に依る場合に、編集の操作性は極めて重視される。Web アプリやデスクトップアプリに表形式の編集・分析画面を設ける場合にはしばしば表計算ソフトと同様の機能搭載をユーザより求められるが、高機能であるが故にアプリ開発規模を増大させる大きな要因となる。

2.3 アドイン機能のメリット

表計算ソフトのなかでも、Microsoft Excel や Google スプレッドシートといった製品では、標準搭載の機能として数理最適化ソルバを呼び出すことができ、当学会でも Excel ソルバーが OR セミナーで扱われるなど、専ら教育用途として注目されている。し

かしこれらのソルバには性能の制約があり、実務の問題を解くのに不十分なことも多い。また定形の業務において、データに応じて表計算ソフト上で都度モデリングを行うことは煩雑である。

あるいは、表計算ソフトで編集したデータを、最適化機能を搭載した他の Web アプリやデスクトップアプリでファイル読み込みするという入力手順の場合には、パラメータ入力の不整合があった場合の通知など操作性に支障をきたす場合がある。

そこで表計算ソフトのアドインとして最適化機能を提供することで、表計算ソフトの編集操作性を活かしつつ、ユーザが数理最適化モデリングに精通しておらずともスケジュール作成などの機能を利用することができるようになる。例えば、入力データからワンクリックでモデル構築やソルバ起動、最適解の整形を行う機能や、制約条件の事前検証のようにインタラクティブにモデリングを支援する機能を搭載できる。またソルバ製品を実行する計算資源のクラウド化や、表計算ソフト以外の形式で解を出力することもできる。

2.4 代表的な表計算ソフトとアドイン開発技術

Microsoft Excel は、Windows や Mac のデスクトップアプリとして膾炙した Office 製品シリーズの表計算ソフトである。Visual Basic 言語によってマクロやアドインを開発することもできるが、業務アプリの場合には Visual Studio Tools for Office (VSTO) という開発環境で生産性高い開発言語およびライブラリを用いた Excel アドイン開発が適する。

Google スプレッドシートは、Web ブラウザ上で動作するオフィスソフト群 Google ドキュメントにおける表計算ソフトである。Google Apps Script という言語でのアドイン機能開発が提供されている。

3. 事例① イベント会場巡回スケジュール作成

3.1 適用業務

イベント会場内に演目の異なる複数のブースが設けられ、各ブースは一定の時間間隔で観覧する来客を入れ替え、各来客は予め観覧を希望した演目に係るいくつかのブースをイベント主催者の指定した順序で巡回するイベントを考える。例えば、下記がこれに該当しえる。

- ▶ 就学・就職のマッチングイベント
- ▶ 芸能人のファンイベント
- ▶ デモンストレーションを行う展示会
- ▶ テーマパークのアトラクション

イベント主催者は、来客毎の観覧希望演目の事前申請に基づき、当日までに各来客の巡回スケジュールを作成する。このとき、来客の満足度を高めるために、ブースの混雑、間の悪い来客の待機時間、非効率なブース間の移動などを抑制するよう配慮する。

3.2 入出力データ

パラメータ入力のためのシート（表）として、

- ・ 各ブースの収容能力や開催時間帯
- ・ 各来客の人数や滞在時刻、観覧希望ブース

がある。

最適解出力（表示）のためのシートとして、

- ・ 各来客が各時間帯に観覧するブース一覧
- ・ 各ブースで各時間帯に観覧している来客一覧

がある。

3.3 最適化モデルと解法

定式化は山田[1]に詳しい。混合整数最適化問題（MIP）であり、汎用のMIPソルバで求解できる。

4. 事例② 輸配送スケジュール作成

4.1 適用業務

複数拠点間で輸送される複数の荷物を複数台のトラックで配送するスケジュールを作成する業務である。輸配送管理システム（TMS）と呼ばれる業務システムの機能として提供されることが一般的である。

4.2 入出力データ

- パラメータ入力のためのシート（表）として、
- ・ 出荷元・入荷先拠点の位置（住所・経緯度等）
 - ・ 各車両の車種や積載能力、出発地点
 - ・ 荷物の品種と車種に関する組み合わせ制約
 - ・ 各荷物の品種、数量、発着地点

がある。また最適化モデルに与えるパラメータを前処理として計算したシートとして

- ・ 各地点間距離マトリックス
- ・ 巡回経路

がある。巡回セールスマン問題（TSP）や輸送計画問題（VRP）はNP困難であり効率的に解くことが難しいため、このアドイン機能ではスケジュール作成とは別途の問題としてあらかじめ経路を列挙している。

最適解出力（表示）のためのシートとして、

- ・ 各車両の巡回経路・スケジュール
- ・ 各荷物の発着スケジュール

がある。

4.3 最適化モデルと解法

定式化の一例を以下に示す。ただしこのモデルではMIPソルバでの実問題の求解は難しい。このような順序付けを主目的としたスケジューリングタイプの問題は、久保[2]によれば資源制約付きプロジェクトスケジューリング問題（RCPSP）などのヒューリスティクス解法が適するとされる。

$$\min. \sum_{j=1}^v \text{cost_vehicle}_j + \sum_{j=1}^v \sum_{k=1}^r \text{cost_route}_{jk} z_{jk}$$

s. t.

$$\cdot \sum_{j=1}^v \sum_{k=1}^r x_{ijk} = 1 \quad \forall i \in \{1, \dots, g\}$$

$$\cdot \text{amount}_{\text{capacity}_j} z_{jk} \geq$$

$$\sum_{i=1}^g \text{transporting}_{il} \text{amount}_{\text{volume}_i} x_{ijk} \quad \forall j \in$$

$$\{1, \dots, v\}, \forall k \in \{1, \dots, r\}, l \in \{1, \dots, e_k\},$$

$$\cdot \sum_{k=1}^r \text{time_travelling}_k z_{jk} \leq$$

$$\text{time_available}_j y_j \quad \forall j \in \{1, \dots, v\}$$

$$\cdot \text{can_pick}_{ik} z_{jk} \geq x_{ijk} \quad \forall i \in \{1, \dots, g\}, \forall j \in$$

$$\{1, \dots, v\}, \forall k \in \{1, \dots, r\},$$

$$\cdot \text{can_load}_{ij} \geq x_{ijk} \quad \forall i \in \{1, \dots, g\}, \forall j \in$$

$$\{1, \dots, v\}, \forall k \in \{1, \dots, r\},$$

5. その他の事例

最適化以外の数理計算機能についても、表計算ソフトのアドインとして提供することが有用な場合は多くある。当社で取り扱う製品の一例として、モンテカルロ・シミュレーションによるリスク分析ソフトウェア Oracle Crystal Ball[3]が挙げられる。他に機械学習やモデル検査といった機能を表計算ソフトのアドインとして提供した事例がある。

参考文献

[1] 山田裕通, “イベント会場内巡回スケジュール作成ソフトウェアの開発”, スケジューリング・シンポジウム 2019 講演論文集, pp. 45-48, 2019.

[2] 久保幹雄, “数理最適化とメタヒューリスティクス”, オペレーションズ・リサーチ, **40**, pp. 723-728, 2013.

[3] (株)構造計画研究所, Oracle Crystal Ball, <https://www4.kke.co.jp/cb>