

個別指導塾向けのコマ割自動化サービスの開発

— 塾コマ —

1. 背景

日本には、多くの学習塾がありコンビニエンスストアと同数程度の店舗数が存在していると言われている。一般的に学習塾は、集団塾と個別指導塾の2種類の形態で運営されている。前者は、多くの学校でも行われるような形式の講師ひとりが多数の生徒を教えるための授業方式である。講師ひとりで多くの生徒を同時に教えることができるため、効率よく生徒に学習内容を伝えることができる。一方で、個別指導の授業スタイルは、講師ひとりが生徒を個別に管理し、生徒ごとにあった学習内容を提供する方式である。個別指導のメリットとして、生徒ごとの学習の遅れや学習内容の躓き部分に対する重点的な対策などを個別に実施できることが挙げられる。一方、デメリットとして、講師ひとりで受け持つことが可能な生徒数に限りがあることが挙げられる。

個別指導を提供する塾では、通常期間および学生の長期休暇期間（夏休みなど）に実施される定期講習期間に授業が実施されるが、その際にどの講師がどの生徒を教えるかのシフトを作成する必要がある。この作業をコマ組と呼ぶ。これは、生徒側の科目ごとに受講したいコマ数が予め決まっている状態で、そのコマ数だけ講師と生徒の予定をマッチングする作業である。夏期講習では、生徒の申し込みコマ数が通常期よりも多くなることから、コマ組は塾にとって大きな負担となる作業である。

既存のコマ組ソフトウェアとしては、2種類存在しており、手動でのコマ組をサポートするソフトウェアと半自動で申込コマを割り当てるソフトウェアである。前者は、画面上にある授業表の上にドラッグアンドドロップで、生徒と講師を割り当てるソフトウェアである。後者は、生徒と講師の予定から空いているコマに割り振ることを特徴としている。なお、自動で割り振るため、1回の割り当てでうまく割り当てられることはなく、その都度何度も割り当てを行い調整する必要がある。また、一度に数人の生徒と講師のみを割り当てることしかできない。その理由は、最適な生徒と講師の割り当ての組み合わせを探索することがNP困難な問題であり、通常のアプローチでは全探索でよいものを探し出し、割り当てることができないためである。

2. 目的

本プロジェクトでは、前述のコマ組作業に対して、コマ組の作業時間の短縮とより精度のよいコマ組結果（講師の人件費等）の提供を目的とする。そのために、個別指導塾向けのコマ組自動化 Web アプリケーション「塾コマ」の開発と、量子アニーリングによる自動コマ組の求解精度の検証の2つを目標として掲げた。

3. ソフトウェア開発内容

本未踏ターゲット事業期間中に開発した Web アプリケーションによるコマ組の流れを図1に示す。塾のコマ組は、生徒と講師の予定を集め、それらの情報をもとにコマを割り振る流れとなる。

塾コマのサービス利用方法としては、Web アプリケーションのトップページにアクセスすると、コマ組用の URL 発行フォームが表示される。URL 発行フォームに教室名、教室の席数、URL 発行用のメールアドレス等を記載し送信すると、前述のメールアドレス宛に、コマ組に使用する3つの URL（管理者画面、講師の予定入力画面、生徒の予定入力画面）とそれぞれのアクセスパスワードが記載されたメールと塾コマの使い方に関する案内メールが送信される。

管理画面では、生徒と講師の予定の提出状況の確認やコマ組の実施などを行うことができる。また、塾ごとに1限目の開始時間が異なることから、管理画面で各限の時間帯や休校日の設定も行うことができ、それらの設定情報は講師と生徒/講師の予定入力画面に反映される。具体的には、休校日には出席の予約ができないなどである。

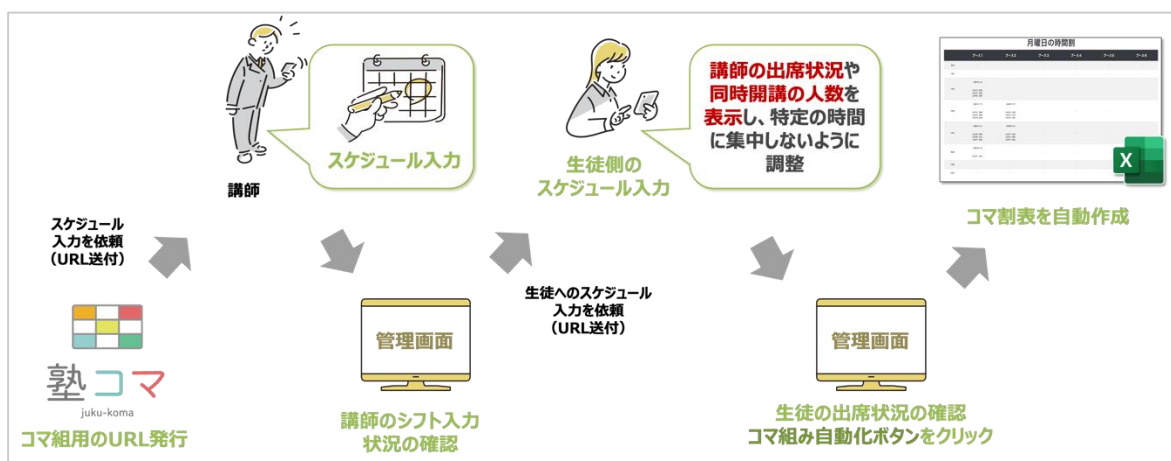


図1 講師/生徒のシフト情報からコマ組実施までの全体の流れ

塾によっては、「小論文」や「受験対策」などの独自の科目が存在することがある。それらの科目のコマ組にも対応するため、科目を追加登録する機能も実装した。図2に科目の登録画面を示す。図2の登録画面で科目を新しく登録すると、講師の対応可能科目の登録UIと生徒の申し込みコマ数の登録UIに追加した科目が表示される。また、それぞれの科目は、生徒の受講できる学年（小学・中学・高校）を設定することができ、選択した学年の生徒にのみに予定登録画面上で表示される。



図2 管理画面：科目マスタの設定

塾のコマ組作業の自動化のために講師/生徒の予定を調整する予定収集機能の開発も行なった。図3に講師と生徒の予定を収集するアプリケーションの画面を示す。図3の画面は、塾コマから送付されたURLとパスワードを用いて、アクセスする。

講師画面では、講師が自身の名前と担当可能な科目、出席可能な時間帯を登録できる。生徒画面では、生徒/保護者が生徒名、学年、受講する科目と科目数、出席可能な時間帯を入力し、登録することができる。出席可能なコマ数は、申し込みコマ数の1.5倍のコマ数を入力するように設計しており、申し込みコマ数に満たない場合は、予定の提出時にアラートが出力される仕組みとなっている。



図3 講師/生徒の予定収集画面

図4にコマ組の実施画面を示す。コマ組は、人件費が安くなるように割り当てる方針をベースとし、その中で連コマや生徒と講師の相性をどれだけ考慮するかをパラメータとして設定することができる。コマ組実施ボタンを押下することで、前述のパラメータを設定し、量子アニーリングによるコマ組を実行することができる。



図4 コマ組実施画面

4. 新規性・優位性

これまでのコマ組ソフトウェアでは、マッチング方式での半自動的なコマの割り当てのみであったが、塾コマでは、最適化計算による割り当てが可能となった。マッチング方式では、コマ組期間の1日ずつ順々に割り振ることしかできず、全体で最適にならなかった。一方で最適化計算では全てのコマで人件費や連コマなどの目的関数が最も低くなるように割り当てられる。コマ組ソフトウェアは多数ある中で、今回新しく量子アニーリングによる最適化計算を応用したサービスを生み出すことができた。

5. 期待されるユーザー価値と社会へのインパクト

本未踏ターゲット事業期間中に、個別指導塾のコマ組の課題を量子アニーリングによる最適化技術により、解決するためのソフトウェアの開発を達成することができた。業界水準レベルのコマ組ソフトウェアとしても求められる水準の性能も達成することができ、コスト的な観点を除いて、塾長に喜ばれるようなコマ組ソフトウェアの開発を完了することができた。今後の課題として、問題規模の大きくなる時にコマ組の精度が低下する問題に対して、分割求解の手法を構築し高品質かつ高速な自動コマ組機能の提供を目指す予定である。

6. 氏名(所属)

福田 修之(株式会社 NTT ドコモ)

(参考) 関連 URL

塾コマ紹介用 Web サイト : <https://ficy-tech.com/aboutzyukukoma>

塾コマの Web アプリケーション : <http://zyuku-koma.app.ficy-tech.com>