

量子アニーリングを活用した個別指導塾向けの 導入負担の少ないコマ組自動化サービスの開発

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程度の店舗数があるといわれている。一般的に、学習塾には集団塾と個別指導塾の2種類がある。集団塾は、講師1人が多数の生徒に教える方式である。個別指導塾は、講師1人が生徒を個別に管理し、生徒一人ひとりに合った学習内容を提供する方式である。個別指導塾では、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というメリットがある。一方で、講師1人で受け持つことが可能な生徒数に限りがあるというデメリットがある。多くの個別指導塾では、長期休暇期間に授業を実施する際、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。コマ組は、生徒の科目ごとの受講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。特に夏期講習では、生徒の申し込みコマ数が通常期よりも多くなるため、コマ組は塾にとって大きな負担となる作業となっている。

既存のコマ組ソフトウェアには、2種類ある。1つ目は、手動でコマ組をサポートするソフトウェアである。2つ目は、半自動で申込コマを割り当てるソフトウェアである。1つ目のソフトウェアは、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方式である。2つ目のソフトウェアは、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。2つ目のソフトウェアは、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困難な問題なためである。本プロジェクトでは、このような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を提供することを目的とする。

2. 目的

2024年度 未踏ターゲット事業 応用・実用化枠での取り組みでは、量子アニーリング技術をコマ組の課題に適用し、実際の塾で運用できるサービスを提供することを目標とする。2023年度の開発では、コマ組サービスとして必須となる機能の開発を完了した。具体的には、コマ組に必要なデータである生徒と講師の予定を収集する機能や、収集したデータをもとに量子アニーリングによりコマ組を実施する機能、コマ組結果を表示する機能、Excelでの出力機能などである。これらの機能を用いて6社の塾に対してトライアルでの利用を進めた。このうち1塾は現在も本格導入している状態である。一方で、コマ組の精度面で導入できない問題や、通常期のコマを残したまま追加でコマ組できない問題などの課題があり、本格導入にたどり着けていない塾

もあった。そこで、2024 年度 未踏ターゲット事業では、前述の課題を解決し、塾コマとしての機能開発を完了させることを目標とする。具体的に取り組む内容は、「コマ組の精度向上」「求解の原価低減」「塾の導入に向けた追加の機能開発」である。

3. ソフトウェア開発内容

3.1 塾コマの特徴

塾コマは、量子アニーリング技術を活用することで複雑な条件下における高精度なコマ組を実現している。

1. 圧倒的なコマ組パラメータの提供

講師の教えられる科目、講師と生徒の相性、1:N の比率、講師・生徒の連コマ、通常期間のコマ固定など、様々な要素を考慮した最適なコマ組表を、短時間で自動作成することが可能となっている。

2. コマ組に特化したガントチャート、予定収集、OCR などの機能提供

塾コマでは予定収集からガントチャートでの表示、自動コマ組まで、一連の流れをスムーズに行えるような UX を重視した設計のサービスとなっている。

3. 高精度なコマ組アルゴリズム

量子アニーリング技術だけでなく、スケジュールの特性に合わせて内部で使うアルゴリズムを使い分けている。通常コマ組、追加コマ組、分割求解、1:1 コマの圧縮、1:1 コマの再割当、講師の 1 コマ出勤再割当など計 14 種類のコマ組アルゴリズムを複合的に組み合わせた高性能なコマ組処理を提供している。

4. アカウントの払い出し不要、即日試せるサービス設計

既存のコマ組サービスでは、講師と生徒のアカウントマスタの設定など、利用までに数日かかるのが一般的な中、塾コマでは塾のメールアドレスを入力するだけで即日利用可能な設計となっている。多くの塾から「夏期講習や講習時のみ集中的に利用したい」との声を頂き、基本的に無料版/トライアル版での利用開始としている。高性能なコマ組処理を試したい場合、期間を指定して無料版から有料版にアップグレードして利用するサービス形態となっている。

3.2 塾コマの利用の流れ

塾コマは、シンプルで使いやすいインターフェースを採用し、スムーズなコマ組表作成を支援する設計となっている。図 1 に示すようにコマ組 URL 発行フォームからメールアドレスを入力することで、講師・生徒の予定入力に利用する専用の URL を発行することができる。生徒と講師は、この URL にアクセスし、自身の講習期間の予定を入力する。紙媒体で予定を提出する場合には、OCR 機能を用いてデジタルデータに変換するか、予定をそのまま塾長が打ち込む形となる。

次に、塾長側で管理画面にアクセスし、講師と生徒の予定をガントチャートで確認する。特定の時間に予定が集中していないかなどをチェックし、必要があれば調整を

行う。最後に、管理画面にて塾長が「自動コマ組」ボタンをクリックするだけで、量子アニーリング技術を活用した高精度なアルゴリズムが、最適なコマ組表を自動で作成する。

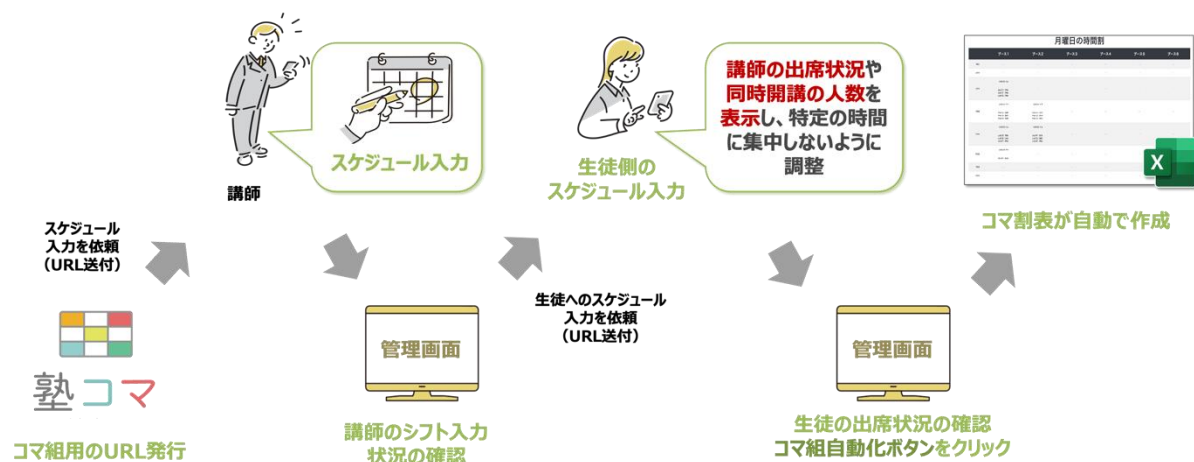


図1 塾コマを使ったコマ組の流れ

3.3 塾コマのプランアップグレードの流れ

塾コマは、無料プランと有料プランを用意しており、塾のニーズに合わせて柔軟に選択できる。上記のコマ組 URL 発行の際、自動的に無料プランでの利用が可能となっており、基本的な機能を試すことができる。高度な機能を利用したい場合は、図2に示す流れで、管理画面にアクセスし、Web上で料金プランを確認後、必要な期間の有料プランの料金を支払う形態となっている。支払いは、クレジットカードまたは銀行振込・コンビニ支払いなどに対応している。支払いが完了すると、自動的に有料プランが適用され、高度なコマ組機能が利用可能になる。



図2 塾コマの無料プランとプランのアップグレード方法

4. 新規性・優位性

塾コマは、個別指導塾の講習コマ組業務に特化することで、他社サービスにはない独自の強みを持つサービスとなっている。第一に、コマ組に特化したガントチャート、予定収集、OCR などの機能提供により、コマ組業務全体をシームレスに繋ぎ、一気通貫で効率化できる最高の UX を実現している。第二に、量子アニーリング技術に加え、スケジュールの特性に合わせた 14 種類もの求解アルゴリズムを内部で使い分けることで、高精度なコマ組を実現している。前述の 14 種類の求解アルゴリズムは、量子アニーリングを実行する際のハミルトニアン の定式化の内容を問題設定に応じて変化させることで、多目的最適化として柔軟かつ多様な求解を行う仕組みとなっている。そのため、1:N 比率だけでなく、連コマや講師の 1 コマ出勤など、塾長にとって辛い所に手が届く機能となっている。

これらの強みを生かすことで、塾コマは、コマ組に悩む個別指導塾にとって最適なソリューションを提供し、市場における確固たるポジションを築くことができると考えている。

5. 期待されるユーザー価値と社会へのインパクト

塾コマは、量子アニーリング技術を活用することで、従来のコマ組ソフトウェアでは実現できなかった「1 回で精度の良いコマ組が完成する」という顧客体験を提供するサービスとなった。これは、人件費、生徒と講師の相性、講師・生徒の連コマ出勤などを考慮した修正不要なコマ組表を自動で作成できることを意味する。これにより、塾長はコマ組作業から解放され、生徒指導や教室運営などのより重要な業務に集中することが可能となる。また、塾コマは、様々な塾の運用形態に対応できる柔軟性を備えている。1:N の比率設定、講師の連コマ調整、生徒と講師の相性考慮、通常期間のコマ固定など、多様な要件に対応したコマ組が可能である。さらに、予定収集機能、OCR 機能、欠席日時収集機能など、様々な塾の運営に合わせた機能も充実している。

社会的なインパクトとしては、塾コマの導入により、個別指導塾業界全体の業務効率化と DX 推進に貢献できる。コマ組作業の自動化は、塾長の負担軽減だけでなく、人材不足の解消にもつながる。量子アニーリング技術の社会実装事例として、その認知度向上と普及促進にも貢献する。以上のことから、塾コマは、量子アニーリング技術の有効性を示す具体的な事例となり、他の分野への応用を促進する可能性も秘めていると考えられる。

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>
- ・ コマ組用 URL 発行フォーム：<https://zyuku-koma.app.ficy-tech.com>