

# 時間割編成システムのプロトタイプ開発と試行

佐伯智成 山本龍也 上山 輝

# 時間割編成システムのプロトタイプ開発と試行

佐伯智成<sup>1</sup> 山本龍也<sup>2</sup> 上山 輝<sup>3</sup>

## Prototype Development and Trial on Our New Timetabling System

Tomonari SAEKI, Ryoya YAMAMOTO, Akira KAMIYAMA

### 摘要

本研究は校務情報化の観点より時間割編成業務に着眼し、時間割編成業務へプログラム処理導入による業務の効率化を目指したものである。時間割編成業務はその複雑さが学校カリキュラムの特性に大きく左右されるため、パッケージ化されたプログラムが必ずしもその学校のカリキュラム特性に合ったシステムであるとは限らない。そのため、著者らは学校教員自らでシステムの調整が可能なプログラムの構築を目指した。また従来の時間割編成アルゴリズムから、時間割編成上において先に決まった時間に固定する授業、プログラムに自動編成させる授業を区別するため、教員の持つ時間割編成のための合理的な行動特性を活用した「コンピテンシー併用型」によるシステム開発を検討した。それによりプログラムの自動化を導入しても、全くのランダムではなく教員の意向も汲んだ時間割編成が可能となるアルゴリズムとなった。実際の運用において作業の効率化と時間短縮を実現し、一定の効果を果たすことができた。

**キーワード** : コンピテンシー併用型, 時間割編成, Python, プロトタイプ開発, 校務情報化

**Keywords** : Teacher's Competencies for Timetabling, Timetabling, Python, Prototype Development, Informatization of school affairs

### I. はじめに

昨今社会では「働き方改革」<sup>1</sup>が叫ばれている。「少子高齢化に伴う生産年齢人口の減少」や「働く方のニーズの多様化」という状況に日本社会が直面する中での流れである。長時間労働のため時間外労働に対し上限が設定されたり<sup>2</sup>と、大きく法整備が進められているものであり、雇用主はもちろん個人にとっても従来の働き方を考える機会である。就業時間が従来より短くなったとしても生産性を下げず業務を遂行するには、業務の効率性をあげることが重要となる。

教育の現場に目を向ける。日本は少子高齢化社会に入り、今後の児童生徒数の減少は避けられない。しかしながら、教員の業務負担は軽くなるどころか質、量ともに高負担となりつつある。背景には教育に求められる質の変化があげられる。小学校<sup>3</sup>、中学校<sup>4</sup>は2017年、高等学校<sup>5</sup>は2018年に学習指導要領が改訂された。改訂にあたって中央教育審議会の答申<sup>6</sup>では、これまでの学習指導要領は「教員が何を教えるか」という観点を中心に組み立てられていたとしている。今回の改訂では、「何ができるようになるか」「何を学ぶか」「どのように学ぶか」を中心とした指導要領となっている。学習活動においては「主体的・対話的で深い学び」を求めている。それは今までの授業時間とは別に新たな時間を確保しな

ればできないものではないとし、現在の活動を改善し、質を高める工夫が求められている。つまり児童生徒個人々の学びの質を重要視しており、故に教員にとっては授業改善という負担が生じる。また児童生徒個人々への学びの質を高めるには少人数指導や個別の対応が求められる場面も増加するだろう。しかしながら現状の教員配置ではそれらに対応することは難しく、教員定数の拡充について提言<sup>7</sup>もなされてはいるが実現には現状多くの課題が積もる。加えて授業以外の事務的な業務も抱える教員にとっては「働き方改革」と現実の業務とのギャップが大きく存在する。

他方、「効率化」という実現が難しい授業業務に対し、教員の事務業務については平成19年に日本教育工学振興会が「校務情報化の現状と、今後の在り方に関する研究」<sup>8</sup>に始まり、校務の情報化による業務の効率化が進められている。ここでは「学校の業務」を「学校事務」、「事務以外の実務」、「授業」の3つに分類し、情報化をめざす「校務」とは「学校事務」を指すと定義している。教員の校務の軽減化・効率化を図ることにより児童生徒と接する時間の増加につながり、教育活動の質的向上とすることが校務情報化のねらいである。教員の負担を軽減しつつ、同等以上の質を創出していくためには、教員の校務での負担軽減を追求していくことが早急に求められている。

<sup>1</sup> 富山大学大学院教育実践開発研究科（富山県立高岡工芸高等学校教諭） <sup>2</sup> 富山大学人間発達科学研究科

<sup>3</sup> 富山大学人間発達科学部

## Ⅱ. 研究の目的

### 2-1 時間割編成のシステム化

本研究の目的は学校現場において負担となっている校務のひとつである時間割編成業務に着眼し、時間割編成を自動システム化したプログラムを開発することである。時間割編成システムに関する先行研究としては、大学の時間割を対象として堀尾<sup>9</sup>・<sup>10</sup>や伊藤ら<sup>11</sup>、中川<sup>12</sup>などが開発を試みている。一方で中学高校においては、田中<sup>13</sup>や大坪ら<sup>14</sup>などアルゴリズムや解法に対する追求はあるものの実用的なシステムの開発はなされていない。

時間割編成業務は一般に手作業で行われるものが多く、非常に時間と手間のかかるものとなっているのが現状である。後述するがそのアルゴリズムは複雑なものである。一方で教育機関向けに時間割編成システムを販売しているメーカーも存在しているが、時間割編成は以下のような要因によってシステム運用が思うように運用できていない。

- 1) 学校ごとのカリキュラム特性に大きく影響される
- 2) 時間割編成業務が年度始めの年一回である
- 3) 今まで編成工程を踏襲すれば時間はかかるが、規定期間内には確実に作成が可能である
- 4) 予算との兼ね合い

特に大きな要因が1)である。各学校にカリキュラム編成が委ねられている現在、合同科目や選択科目、専門科目など複雑な時間割となっている。

今回は特に1)を解消するべく、学校のカリキュラム特性に対応可能なシステムの開発を目指す。具体的には教員自らでシステムのプログラム調整が可能な、手続き型処理を中心としたコード設計を目指す。

今回開発を行ったシステムを試行した富山県内の高等学校1校（以下A校とする）において、上記のような理由からパッケージされた時間割編成システムの導入はされていない。また富山県内の中学校等も想定しつつ、システムの導入の条件を検討した。

### 2-2 時間割編成の現状

A校における時間割編成システム導入前の手作業での時間割編成工程を以下に記述する。

#### 1) 準備工程

- ①教務部が時間割作成用プラスチックコマ（以下コマと呼称）（図1）に貼り付ける教科名と担当者をシール台紙に印刷。教科・学科ごとのカリキュラムのコマ数を確認し、分類・配布する
- ②8つの教科と7つの学科において教科主任・学科長を中心に各教員の担当科目・担当学級を決める
- ③エクセルシートへ教科名と担当者の一覧、特別教室の利用の有無、特定の希望条件（非常勤講師のため曜日限定等）を入力し提出。
- ④③をもとに手作業でコマへ教科名と担当者を貼り付け

て提出。

#### 2) 編成工程

- ①移動させる条件が難しいコマを固定枠とし、編成作業台（図2）に入れる。

固定枠の条件は以下の通りである。

- ・非常勤講師担当授業
  - ・複数学級同時展開授業（保健体育や選択科目）
  - ・少人数展開授業（実習等の科目）
  - ・製図室、コンピュータ室など教室が固定される授業
- ②最適化条件を考慮しながら残りのコマを編成作業台の空いている枠の中に入れる。
  - ③教員用時間割（エクセルシート）を作成。
  - ④ミスがないかチェックを行う。
  - ⑤学習環境を考慮しつつ最適化を進める。
  - ⑥教科主任・学科長がチェックを行う。
  - ⑦要望を受けて再調整を行う。
  - ⑧教員用時間割を完成させ、各教員へ配布。
  - ⑨生徒用時間割（エクセルシート）を作成。

以下のようにA校では時間割編成にコマ（図1）と編成作業台（図2）を用いる。毎年その年度のものに手作業で更新し、このコマを並べ変えていくことで時間割編成を行なっている。

コマを作成する準備工程から編成工程の終わりまでの工程で約18時間、延べ73時間の業務となる。たとえば、年度始めのみの業務であるが担当する教員への時間拘束と精神的負担は大きい。



図1. A校で実際に使用されているコマ



図2. A校で実際に使用されている編成作業台

### 2-3 時間割編成を難解とする要因

時間割編成業務が大きな負担となる要因は、各学校により異なるが、以下の2つの要因が考えられる。

#### 1) 教員一人当たりの担当時間数の問題

授業は1日に6時間あり、その一つ一つの授業の準備や評価にそれぞれ1時間は必要と考えると、一週間には一人当たり14～15時間が理想であると思われる。中学校において導入の条件を検討した例では、最も少ない教員で、教頭の9時間であり、最も多い担任教員で20時間、担任外では23時間の担当時間となっている。教員配置の関係上、他教科を担当している教員もおり、学校運営上負担が重くなる場合もある。現状、教員の勤務時間の上限設定については議論がなされているが、担当時間数については制限はない。

#### 2) 少人数授業の拡充による制約

ティームティーチング(TT)による少人数支援は、多くの学校で導入されている。自治体の予算状況にもよるが、定数より多く配置する加配措置が多くの学校で行われている。多くのTTは主に指導を行う教員(以下T1とする)とT1を補佐したり生徒の個別の支援を行ったりする教員(以下T2とする)の体制で行われている。2人体制であれば2人が時間割上同じ時間に固定されることとなり、時間割編成上の制約が増える。またT1は担当授業に該当する教員免許が必要であるが、T2は担当授業の教員免許は必要としない。そのため、T2は担当教科外の教員である例が存在する。すると本担当である教科との時間の兼ね合いや、異なる教科(本担当→T2:本担当ではない教科→本担当等)の連続であったり、さらに時間割編成の最適化を阻害する要因となっている。

## Ⅲ. 時間割編成システム

### 3-1 時間割編成アルゴリズム

A校を例に従来の時間割編成作業のアルゴリズムを図3にまとめた。

1) 処理 a-1: 固定枠の入力(コマを編成作業台へ入れる)。

条件が複雑で移動が難しいコマを固定枠として、先に入力する。

2) 処理 a-2: 優先順位をつけて自由枠に入力

移動の自由度の少ない授業から入力する。

A校の例では、2時間連続授業→3単位の授業(週3時間の科目)→2単位の授業(週2時間の科目)等

3) 処理 a-3: 絶対回避条件の確認

時間割編成における絶対に避ける条件の確認

- ・ 同時間に同じ教員が複数学級で授業を行うこと
- ・ 同学級で同じ曜日に同じ科目の授業を行うこと(連続授業は除く)

4) 処理 a-4: 最適化条件の確認

時間割編成において絶対回避条件ではないが、教員配

慮を目的に避けたい条件

- ・ 同教員が1日に6コマ連続の授業を行うこと
- ・ 同じ学級で同教科の授業を前日6時間目と当日1時間目に連続して行うこと

以上のようなアルゴリズムを用いたプログラムによる自動化を導入する場合、表1のように自動化のレベルと制約条件の設定・各教員への配慮がトレードオフの関係になる。(自動化を進めるほど、条件設定が困難になり、同時に教員への配慮が難しくなる)そのため、すべてを自動化したシステムが編成作業に携わる教員の時間と労力の削減を完全に実現できるとは考え難い。よって新たなアルゴリズムを考えるにあたっては、作業工程の一部を自動化する方針で設計を進めることにした。

表1. 時間割編成作業の自動化導入レベルと、必要になる制約条件ならびに教員への配慮との関係

時間割の自動編成レベル	制約条件の設定	各教員への配慮
すべて自動	多い	行にくい
一部を自動	中	中
すべて手作業	少ない	行いやすい

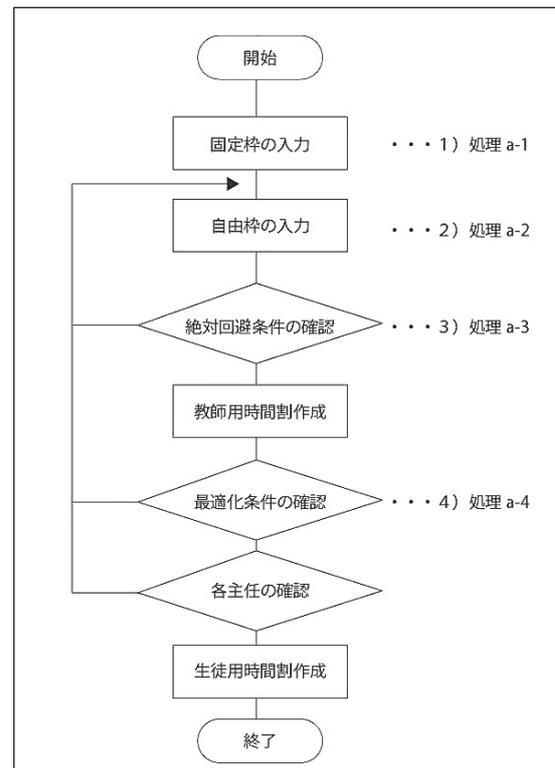


図3. 従来の時間割編成アルゴリズム

また今回開発する時間割編成の基本的なアルゴリズムは従来の手作業での編成作業工程を基とする。従来の時間割編成のアルゴリズムは何年もの試行錯誤の中から最適化されており、編成作業に携わる教員のコンピテンシー(合理的な行動特性)として蓄積されてきた。したがってそのコンピテンシーを活用できるようにアルゴリ

ズムを構築すべきであると考えたためである。そこで教員の持つ時間割編成のためのコンピテンシーの一部をプログラムで自動化する工程を検討した。

### 3-2 今回検討したコンピテンシー併用型の時間割編成アルゴリズム

以下本文と図4に今回検討したコンピテンシー併用型の時間割編成アルゴリズムを示す。

- 1) 処理 b-1: インポートするデータの作成  
誰でも事前・事後の処理ができるように、データをエクセルファイルで作成する。このとき、条件が複数にわたるなど考慮すべき条件が多いコマは、教員の時間割編成コンピテンシーに基づいて選別し、事前に「固定枠」として決定し教員が手動で入力する。
- 2) 処理 b-2: 自動編成プログラム  
詳細は4-2仕様を参照。
- 3) 処理 b-3: 絶対回避条件の調整と自動チェック  
詳細は4-2仕様を参照。
- 4) 処理 b-4: 教員用時間割の生成  
エクセルシート上にてマクロ等を用いて生徒用時間割から教員用時間割に自動変換する。
- 5) 処理 b-5: 最適化条件の調整  
生成された時間割上で、
  - ・同教員が1日に6コマ連続の授業を行うこと
  - ・同じ学級で同教科の授業を前日6時間目と当日1時間目に連続して行うこと
 等の最適化条件を成立させる時間割編成をエクセルシート上で手動で行う。

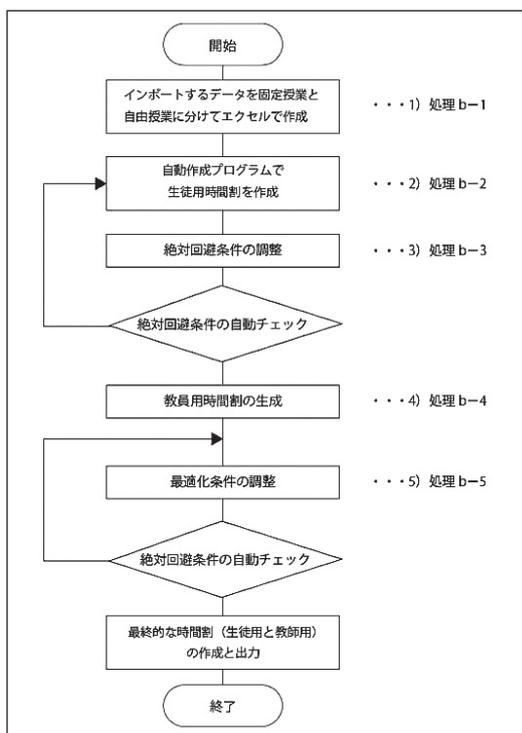


図4. コンピテンシー併用型の時間割編成アルゴリズム

## IV. 開発環境とコンセプト

### 4-1 コンセプト

本研究において開発したプログラムは、教員自らが学校特性に応じた仕様調整が検討可能であることがコンセプトの一つとして存在する。そのため、簡単なプログラムのコードが読めれば、ある程度の処理工程が把握できることが望ましい。具体的には、プログラミングの基本要素、「順次」「繰り返し」「条件分岐」を基本に構築する。これらはどのようなプログラミング言語においても記述方式の違いはあれど、共通に持つ要素である。

### 4-2 仕様

開発言語：Python 3.6

開発環境：Anaconda, Spyder

本システムでは、現状の時間割編成においてエクセルファイルを用いていることや、事後の処理も行いやすいと考えたことから、システムに読み込むデータ、および最終的な時間割表の書き出しはエクセルファイルで行う。入力データを読み取り、時間割の編成、書き出しを行うプログラム、および絶対回避条件のチェックを行うプログラムのふたつはPythonにて記述する。

### 4-3 時間割編成の手順

手順1: エクセルデータの作成

編成工程においてはまずエクセルファイルで入力データを作成する。作成するシートは2種類ある。1つは、生徒用時間割の形式を使った固定授業枠シートである(図5)。このシートには、保健体育や芸術、家庭やその他専門科目など、教室や教員の都合により優先して時間を固定しておきたい授業(以降、固定授業とする)を入力しておく。もう1つは、固定授業以外の授業の科目(以降、自由授業とする)、担当教員、開講学級をリスト化したシートである(図6)。このシートに入力された授業が固定授業が入っている時間以外の枠に挿入されていくイメージである。

期	11H	12H	13H	14H	15H	16H	17H	21H
月1限		もの 教員名		もの 教員名		もの 教員名		製図 教員名
月2限		工基 教員名	英体 教員名	工基 教員名	実習 教員名	工基 教員名	実習 教員名	製図 教員名
月3限		工基 教員名		工基 教員名	実習 教員名	工基 教員名	実習 教員名	製図 教員名
月4限					家庭 教員名			
月5限				体育 教員名	家庭 教員名	体育 教員名		
月6限	体育 教員名							英体 教員名
火1限		保健 教員名			体育 教員名		保健 教員名	実習 教員名
火2限		製図 教員名					家庭 教員名	実習 教員名
火3限		製図 教員名					家庭 教員名	実習 教員名
水4限		製図 教員名					家庭 教員名	実習 教員名

図5. 手順1で作成する固定授業シートの例

国語	教員A	11H
国語	教員A	11H
現社	教員B	11H
現社	教員B	11H
数I	教員C	11H
数I	教員C	11H
数I	教員C	11H
物基	教員D	11H
物基	教員D	11H
英I	教員E	11H
英I	教員E	11H
科I	教員F	11H
科I	教員F	11H
科I	教員F	11H
工数	教員G	11H

図6. 固定授業枠以外の自由授業リストの例

手順2: Pythonによる時間割編成プログラム

2つのシートのデータを、Pythonで記述したプログラムに引き渡し、時間割表を出力させる。プログラムは4-1で前述したように、プログラミングの基本要素を中心とした手続き型処理を基本に設計することとした。そのためいわゆる「クラス」といったオブジェクト志向に分類されるようなプログラムの構築は避けて設計を行った。

時間割編成プログラムの処理の流れは以下の通りである。

- 1) 用意した固定時間割表と、自由時間割のリストをエクセルファイルから読み取る。
- 2) 固定時間割表から固定授業の入っている時間にフラグを立てる。
- 3) 2)のフラグを参照し、学級ごとに固定授業枠に該当しない時間に、自由授業をランダムに並び替え、学級ごとの一週間分の授業枠に入力していく。
- 4) 入力の際に「同時帯帯に同じ教員がいる」「同曜日に同じ教科がある」の絶対回避条件をチェックし、絶対回避条件に違反するデータがあればそれぞれエラーを返す。
- 5) 各学級にはエラーの閾値を設定している。エラーが閾値以下であれば、その学級の時間割は仮に確定とし、次の学級の編成に移る。
- 6) 最後の学級まで実行できれば、処理の完了とし、時間割表を書き込んだエクセルファイルを生成する。

このプログラムでは学級ごとにエラーの閾値を設定している。理由として各学級のカリキュラムの特性によっては、専門教科や実習教科が多いなど、固定授業枠が多い時間割が想定されるためである（これにはA校の特有の事情も含まれている）。固定授業枠が多いと、自由授業が絶対回避条件を満たし成立する解が極めて少なく、自動生成が困難な場合が存在する。本システムでは、時間割編成の一部を自動化するコンピテンシー併用型を目指すため、許容するエラーの数を閾値として設定し、それを満たした時間割を書き出すようにしている。そのため、書き出された時間割は完璧に絶対回避条件を満たしている保証はない。だが、最適化条件のチェックや各教員への配慮など完全自動化プログラムでは設定しづらい条件を人の手で精査する段階を設けることで、時間割作成のコンピテンシーを持つ教員がエラーを修正す

ることが可能になる。今回開発したプログラムでは、教員による修正の許容範囲内にエラーの閾値を設定することで、この問題を解決している。

また、この問題をクリアする手段として、教員が調整を行った後の時間割が絶対回避条件を満たしているかをチェックするためのプログラムを用意した。これは先の時間割編成を行うプログラムの中で絶対回避条件をチェックする箇所を抽出したものである。絶対回避条件を満たしていない箇所にはセルに色をつけ、再度のチェックに繋げやすくしている（図7）。

図7. 絶対回避条件チェックプログラムによる処理後のエクセルシートの例(濃いグレー部は固定授業枠、薄いグレー部は絶対回避条件を満たしていない授業を示す)

## V. 現場での試行

以下の試行はいずれも平成31年度の時間割編成業務として、平成31年4月に行われたものである。高等学校1校（A校）において試行を行った。

### 5-1 高等学校A校における時間割の編成

A校は工業高等学校である。そのため、一般の教科8教科（国語、地理歴史・公民、数学、理科、保健体育、芸術、外国語、家庭）に加え、工業の実習教科や専門教科が多く組まれている。実習教科や専門教科は複数の教員での開講のものが多く、時間割編成を複雑にしている一因である。年次を重ねるほどそれらの絶対回避条件を設定すべき時間数が増加し、三年生では一週間の中の多くの時間を占める。

工業の実習教科や、専門教科の一部は固定授業枠として設定を行った。従来の手作業での時間割編成において、それらの教科を固定枠として先行して配置をしていたことから、プログラムを用いた編成においても固定授業枠として先行して時間を指定しておくこととした。保健体育や家庭においても、使用教室が固定されることから固定授業枠として扱った。

### 5-2 成果と課題

#### 1) 成果

従来のコマを用いた編成工程では、準備から完了まで

18時間程度、延べ時間で73時間ほどかかっていた。今回のプログラムを用いた編成工程では、合計で11時間、延べ時間で32時間程度に削減ができた。以下に各工程での所要時間を記す。

①インポートするデータの作成（3時間）

体育の固定枠に4名×2時間。

そのほかの固定枠入力と自由枠の科目名・教員名入力に2名×1時間

②自動作成プログラム（1名×5分）

③絶対回避条件の自動チェック・調整（1名×2時間）

④生徒用時間割から教師用時間割の自動作成（1名×1分、エクセルで作成した自動転記用シートを活用）

⑤最適化条件のチェック・調整（4名×5時間）

従来の工程だと、編成工程に差し掛かる前のコマ作りなどの準備工程に時間を要していた。その点がエクセルデータを作成するだけで良くなり負担軽減となった。実際にはリスク回避のために今回もコマの作成は行ったが、ほぼ使用しなかった。さらに作成したプログラムは、絶対回避条件を考慮した時間割編成において時間の短縮や疲労度が軽減された。プログラムによって書き出された時間割を元に最適化条件を調整することはエクセル上ではあるが従来通り手作業となり、所要時間の大幅な削減とはならなかったが、従来の手法を踏襲できたことで作業に困難はなかった。

A校においては、全体として時間割編成にかかる時間の短縮と負担軽減にプログラムの導入が好影響を与えることができた。特にプログラムで処理した工程の中でも、絶対回避条件を満たしているかのチェックを行うプログラムは効率化に大きな効果を発揮した。従来はコマの配置を並び替え、その都度人の目で絶対回避条件をクリアしているかチェックを行っており、大きく時間と労力を要した。注意を払っていても、ヒューマンエラーにより見落としを残したまま後の工程に入り、作業が戻ることもあった。しかし、このプログラムで自動チェックができたことで、調整に時間を割くことが可能となり、チェック漏れも少なくなった。

一方、時間割を自動生成するプログラムの方は、試行校が工業高等学校であるという特性もあってか、書き出された時間割はエラー数が一定数存在しており、人力での調整に時間を要した。しかしながら、全体としてみれば従来の編成作業に比べて効率的な作業となった。一定数のエラーが存在していても、人力で調整は可能な範囲であり、そのあとに最適化条件の調整で再編成を行うことも踏まえれば許容できる範囲であった。

## 2) 課題・改善点

### ①固定枠入力のためのプログラム

現在の工程では、固定授業枠は手入力である。エクセルシートに手入力を行い、その配置も事前に担当教員の意向や教室事情なども加味して設定しなければならな

い。そこに時間を要したところもあったため、効率化の余地があるように思われる。GUI（グラフィカルユーザーインターフェイス）に対応し、フレキシブルに固定枠の調整が可能となればより高い効率性を実現できるだろう。

### ②最適化条件を考慮、チェックするプログラム

今回のプログラムでは絶対回避条件を考慮し、時間割を編成するプログラムであり、最適化条件に関しては人力での調整に過ぎなかった。最適化条件は学校の特色が一番出る部分であるために、プログラム化することが難しい。しかしながら、最適化条件の中でどの学校もチェックする条件は存在する。

- ・同教員が1日に6コマ連続の授業を行うこと
- ・同じ学級で同教科の授業を前日6時間目と当日1時間目に連続して行うこと

以上はどの学校でもできれば避ける条件ではないだろうか。このような条件ぐらひはチェックできるようなプログラムがあっても良いだろう。だが多くのカリキュラムや教員配置に余裕のない学校では、これらの条件を絶対回避条件に近い扱いでプログラムに搭載すると、時間割が成立させられない状況も予想できる。自動化に頼る部分と、人力での配慮を行う部分のバランスを考える必要があるため、考慮する絶対回避条件のオンオフを切り替えられる機能も必要になるだろう。

### ③プログラムに頼る部分と配慮を重視する部分の釣り合い

自動編成した時間割が完璧である例はA校の場合はほとんどなかった。今回設計したプログラムのアルゴリズムの限界と、カリキュラム特性での困難さが影響していると考えられる。ただし絶対回避条件を完璧に満たした時間割が生成されたとしても、それが最適化条件を満たしたものであることは少ない。あくまでも自動編成した時間割は素案として扱い、最終的には人力によって各方面への配慮を重ねた時間割調整が必要不可欠なのではないかと考える。自動編成のプログラムに頼る部分と、人力での配慮を重視する部分のバランスについて検討を重ねる必要がある。

### ④中学校における課題

中学校における時間割編成についても、当初はA校と並行してすすめる予定であった。したがって、アルゴリズムの基本的な部分は共通のものとして進めていた。しかし、A校の時間割のプログラムが完成に近づくにつれて、A校特有の事情に対応することがまず重要であるということから、完成後に中学校の事情に対応したアレンジを行うという方針に変更した。その後、修正だけでは対応できない事情が徐々に明らかになった。その内の1つについては、既に2-3の2)で述べた、複数教員が同一クラスを同時に担当する授業（Team Teaching）による制約の問題である。以下では、それ以外の具体的な時間割の作成の進め方を考慮した中での課題について述べる。

中学校においては1学年2クラスという小規模校（ただし現在の富山県の中学校においては、特別小さな規模というわけではない）が存在する一方で、特別支援学級が支援の種別によって複数、かつ生徒が入学する状況によっては3学年運営される場合もある。この結果、実習科目は特別支援学級と通常学級が合同で行う授業（クラスごと）、特別支援学級で3学年がまとまって個別に学ぶ授業、通常学級がそれぞれの学年、クラスで行う授業というように、複数の形態で実施される授業を円滑に実施できるようなアルゴリズムが必要になる。

今回は、実際にこれまで行われてきた時間割編成作業について複数の教員からのヒアリングを行い、そのやり方を踏襲する形でプログラミングのコンセプトを検討した。

①特別支援級における支援の種別毎に行われる授業について、授業時間割を設定する。

②①を固定授業として、通常学級との合同授業の時間割を設定する。

③②までを固定授業として、残りの通常学級の授業を自動で入力していく。

このように、3つの種類の授業を①～③の順に編成していくのが実際に行われていることであることは判明した。

しかし、このアルゴリズムでは、①、②で問題なかった場合（閾値以下のエラーで済む場合）でも、③を実行して初めて原因が①、②にあることが判明する場合があります、その結果①、②をやり直すという場面が多く発生した。小規模校の場合は、時間割上の選択肢は多くなく、A校における絶対回避条件を満たすことすらままならないような状況になることもある。時間割編成担当教員だけでは対応できない判断を要求されることもあり、管理職が判断してから、編成を行わなければならない場合もある。

したがって、中学校においては、より複雑なアルゴリズム、またより高度な判断が必要となることが検討の結果判明した。複雑なアルゴリズムが要求されるということは、それだけ各校の事情に応じた調整に必要な教員側の能力が要求されることになる。このように今回の開発のコンセプトの一部が達成されなくなったことも、中学校の時間割作成が検討のみとなった理由である。

## VI. まとめ

当初の目的である学校特性に対応可能な時間割編成プログラムの開発は一定の成果を残した。試行を行ったA校では、工業高等学校という特性がありつつも、プログラムを使った時間割編成工程で、時間割編成業務の効率化が図られ、従来よりも時間の短縮を果たすことができた。その点においては、時間割編成業務の一部を自動化するということの有益性が示された。

しかしながら、今回の試行では課題も散見された。現在のプログラムはCUI（キャラクタユーザーインターフェイス）にて操作を行っている。これはCUIでの反応になれていない者には扱いづらい。GUIでの操作を可能にすることに取り組みなければならない。また今回のプログラムはPythonのディストリビューションであるAnaconda環境があれば操作が可能なものの、Anaconda環境の構築に手間取る場合もある。Anaconda環境のない場合でも運用可能にするために、アプリケーション化することも検討することが必要である。

時間割編成を行うプログラムのアルゴリズムについても、改善の余地があるだろう。今回は業務にあたる教員自らが調整可能なコードを目指すために、ユーザー定義関数を用いないほぼ完全な手続き型処理のみのコードを作成した。そのため、21学級あるA校のもので、9000行近くとなる膨大なコードとなってしまった。上から順に読み解けば処理を把握できる点でそれは有益ではあるが、あまりにも膨大すぎる。後任に引き継いだ際に読み解けないものとなってしまえば、校務用のシステムには適さない。この点は、わかりやすいコードとプログラムとして簡略なコードという部分のバランスを見ながら調整の必要がある。

## VII. 引用文献

- 1 <https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000148322.html> (2019年8月閲覧)
- 2 <https://www.mhlw.go.jp/content/000335628.pdf> (2019年8月閲覧)
- 3 小学校学習指導要領（平成29年告示）
- 4 中学校学習指導要領（平成29年告示）
- 5 高等学校学習指導要領（平成30年告示）
- 6 幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について（答申），[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/\\_icsFiles/afieldfile/2017/01/10/1380902\\_0.pdf](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/_icsFiles/afieldfile/2017/01/10/1380902_0.pdf) (2019年8月閲覧)
- 7 [http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/hensei/003/\\_icsFiles/afieldfile/2016/07/29/1375107\\_1\\_1.pdf](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/hensei/003/_icsFiles/afieldfile/2016/07/29/1375107_1_1.pdf) (2019年8月閲覧)
- 8 日本教育工学振興会「校務情報化の現状と今後のあり方に関する研究」, 2007, p.6
- 9 堀尾正典(2008).「汎用プロジェクトスケジューラの大学時間割問題への適用」, 名古屋学芸大学 教養・学際編・研究紀要, 4, p.61-74
- 10 堀尾正典(2011).「実用的な大学時間割作成システムの開発」, 『日本経営工学会論文誌』, 62巻, 1号, p1-11

- 11 伊藤美登・佐々木美裕・佐々木敦夫・伏見正則 (2012) 「大学時間割編成モデルの研究」, 『アカデミア・南山大学紀要・情報理工学編』, 12, p.87-98
- 12 中川健司 (2017). 「MS エクセルの VLOOKUP 関数を利用した時間割作成補助ツールの作成」, 『日本語教育方法研究会誌』, Vol.24, No.1, p.4-5
- 13 田中雅博 (2001). 「メタヒューリスティック手法による時間割編成の自動化」, 『システム / 制御 / 情報』, 45 巻, 12 号, p.725-732
- 14 大坪正和, 倉重賢治, 亀山嘉正 (2006). 「中学校における時間割編成問題への取り組み」, 『日本経営工学会論文誌』, 57 巻, 3 号, p.231-242
- (2019年9月2日受付)
- (2019年10月2日受理)