

中高一貫校の時間割作成システムの改良 —システムの実用化を目指して—

2011SE031 長谷川千晴 2011SE095 伊藤雄貴 2011SE280 植木絢香

指導教員：鈴木敦夫

1 はじめに

現在、多くの学校の時間割編成は教員が手作業で行っている。時間割編成を行う際には、使用教室や会議、他のクラスとの授業進度の差、各クラスの1日の授業科目のバランス等を考慮しなくてはならず、これらを手作業で行うことは容易ではない。[2]によると、[2]の筆者の一人が勤務する私立中学校・高等学校では、時間割担当の教員4名が毎年3月に約1週間かけて、手作業で時間割を作成していた。その際の時間割編成の方法は、以下の通りである。まず、担当者がそれぞれの条件に優先順位を付け、予め決めた手順ですべての科目を割り当てる。すべての条件が満たされない場合は、関連する科目を担当する教員に日程の調整を依頼するなど満たされない条件を一つずつ解決しながら時間割を編成する。[3]によると、その学校では、選択科目が多い高校3年生の授業を最優先にして割り当てを行っていた。担当の教員がすべての学年の授業を割り当ていき、全学年の時間割を作成するには時間がかかる。それに加え、編成した時間割が不完全な場合、すべての割り当てを最初から作成し直すということもあった。また、条件は満たしているが一部の教員に負担が偏るなど不平等が生じた場合は、細かい修正を加えなければならない。このことから、時間割編成を手作業で行うことは、多くの時間と労力が必要となることがわかる。

教員の仕事は、生徒への指導、授業の準備にとどまらず、研修、テストの採点、会議、学級通信や掲示物の作成、保護者への対応等があり、時間に余裕があるとはいえない。[1]によると、OECDの調査の結果、日本の教員の1週間当たりの勤務時間は参加国最長の53.9時間である。授業時間や授業の準備にかかる時間は他の参加国と同程度であるが、課外活動や事務業務に多くの時間を費やしている。現在、[2]の筆者の一人が勤務する私立中学校・高等学校では、平成25年度、平成26年度の時間割編成において、[2]、[3]で作成した時間割編成システムを使用しており、生徒が春休みである期間に担当の教員が来年度の時間割編成を行っている。春休みは、通常の授業がない時期ではあるが、補習や部活動、新年度への引き継ぎなど、多忙を極める中で、時間割編成の時間が節約できる意味は大きい。

我々は、時間割編成の自動化システムを用いることで、このような教員の負担を軽減することができると考えている。教員が、短時間で納得のいく時間割編成ができるようにすることで、生徒への指導時間や教員の授業準備時間を増やすことが可能となる。また、時間割編成による教員のストレスを軽減することにもつながると考える。そして、

手作業で割り当てを行う際はやむを得ず緩めていた条件も考慮して割り当てることが可能となる。一回の割り当てに要する時間が短いため、容易に全体の時間割を編成し直すことができ、複数の候補を比較した上で時間割を決定出来る。したがって、より適切な時間割を作成することにつながる。

ここで、これまでの時間割編成システムについて述べる。[3]によると、中高一貫校で時間割編成を試作したシステムを用いて、2013年度の時間割編成を行ったところ、3名の教員が10時間程度(2日間計)で編成できたという結果となった。先ほど述べた約1週間という時間と比べて、かなり短い時間で編成できたといえる。時間割を一度編成した後で、科目のバランスや教員の都合により授業を入れ替えたいという場合には、インターフェース上の「修正」のボタンを使用することで、容易に変更できる。時間割編成システムは、時間割編成を行う際の教員の負担を減らすためには欠かせないものだといえる。

本研究では、[3]で開発したシステムの科目のバランスを考慮した割り当て、及びユーザーインターフェースの改良を行い、より多くの中学校、高等学校で利用できるように工夫する。昨年、時間割編成システムを使用し、実際に時間割を作成した[3]の筆者の一人である教員の経験を聞きとり、それに基づいて改良する。実際に生徒に指導している教員だからこそ、どのような科目のバランスが良いのかが分かる。これまでは、特定の科目が毎日開講されるようにしたいという場合、一通り作業を終えたあとで、教員が「修正」のボタンを使用し授業を入れ替えるか、ユーザーインターフェース以外の部分で条件を付け加える等の作業しなければならなかった。ユーザーインターフェース以外の部分で作業を行うことは、システムについての専門的な知識が不十分な教員にとっては困難である。そこで、ユーザーインターフェースで各学年の割り当てを行う前に、各学年の特定の科目に対して、様々な割り当て方を選択できるようインターフェースの充実を図る。科目等を選択するボタンを作成することで、教員の作業が複雑にならずに要望を加えた編成ができるようにする。簡単な作業で条件を加えられるようにすることで、それぞれの教員の経験を生かした時間割編成が可能となるようにする。

システムの改良により、オペレーションズ・リサーチを知らない教員でも簡単に時間割編成システムを使用できるようにする。これまでは、[3]の筆者の一人であり、時間割編成システムの作成者の一人である教員がシステムを修正しつつ、勤務する中学校・高等学校の時間割編成を行ってきた。そのため、時間割編成システムを使用したことがな

い教員は使用することが困難である。本研究の改良を通して、オペレーションズ・リサーチを知らない教員でもシステムを利用して時間割を編成できるようにしたいと考えている。そして、本研究では現在システムを使用している私立中学校・高等学校だけでなく、その他の中高一貫校や中学校、高等学校の時間割編成でも利用できるよう、一般化に向けた時間割自動編成システムの改良を行う。そのようにすることによって、時間割編成を担当している多くの教員の負担を減らし、それぞれの教員の生徒に関わる時間を増やすことにつなげたい。

2 システムについて

[2] で試作されたシステムの概要を述べる。

ステップ0. 各教員が担当する会議, HR(ホームルーム)について曜日と時間帯を決める。

ステップ1. 全学年, 全クラスに対して, 体育・芸術・技術家庭の科目を割り当てる。

ステップ2. ステップ1までの割り当て結果を固定した上で, 高校3年について, 残りの科目の割り当てを行う。

ステップ3. ステップ2までの割り当て結果を固定したうえで, 残りの学年それぞれに対して, すべての科目を割り当てる。各ステップの割り当てに対しては, 数理計画ソフトウェア What's Best!12.0 を使用した。

3 改良前の時間割作成プログラムの条件

改良前のシステムの条件を挙げる。各教員は同じ時間帯に複数の科目(授業)を担当しないこととする。また, 各クラスも同様に各時間帯には1つの科目を割り当てられるものとする。そして, 各クラスは1日に同じ科目を1回までしか行わないものとする。ただし, 教科によっては2時間連続して割り当てが必要な教科も存在するものとする。

各学年には履修科目と単位数が設定されているものとし, それを満たすように割り当てがされるようにする。また, 各学年で, 各曜日に行う科目(授業)の組合せが全クラスで同じでなければならないものとする。例えば, 中学1年生のAクラスの月曜日1限目に数学を割り当てた場合, 他のクラスについて, 月曜日の残りの時間帯の中で数学を割り当てなければならない。

4 定式化

以下 [2] に従って, 時間割編成問題の定式化を示す。

4.1 集合と定数

集合

J : 教員の集合

D : 曜日の集合

C : クラスの集合

G : 学年の集合

I : 科目の集合 (中等部・高等部で行われるすべての科目に通し番号を付ける)

T : 時間帯の集合 (すべての曜日の時間帯に月曜日の1限

から順に通し番号を付ける)

I_j : 教員 j が担当する科目の集合, $I_j \subset I$

I_c : クラス c の生徒が履修する科目の集合, $I_c \subset I$

E_q : 体育館・グラウンド, 柔道場, 音楽室, 美術室, 家庭科室, 技術室という特別教室 q を使用する科目の集合,

$E_q \subset I, q = 1, 2, \dots, 6$

$q = 1$: 体育館・グラウンド, $q = 2$: 柔道場, $q = 3$: 音楽室, $q = 4$: 美術室, $q = 5$: 家庭科室, $q = 6$: 技術室

K_l : 体育, 芸術, 技術家庭に関する科目のうち, グループ l に属する科目の集合, $K_l \subset I, l = 1, 2, \dots, 6$

教科ごとのグループ分けは, 以下のようである。

グループ1: 体育 I(実技, 保健, 柔道)

グループ2: 芸術 I(音楽, 美術, 芸術)

グループ3: 技術家庭 I(技術, 家庭科)

グループ4: 体育 II(実技, 柔道)

グループ5: 芸術 II(美術)

グループ6: 技術家庭 II(家庭科)

T_d : 曜日 d に設けられている時間帯の集合, $T_d \subset T$,

$d = 1, 2, \dots, 5$

P_h : 月曜日から金曜日の h 時限目となる時間帯の集合,

$P_h \subset T, h = 1, 2, \dots, 7$

C_g : 学年 g に設けられているクラスの集合

定数

f_j : 教員 j が1日に行うことができる最大授業数

h_i : 科目 i に必要な教員数, $i \in I$

m_g : 学年 g のクラス数

n_q : 特別教室 q を使用する科目について, 同じ時間帯に割り当てることができるクラス数, $q = 1, 2, \dots, 6$

b_{ic} : クラス c における科目 i の必要単位数, $i \in I, c \in C$

R : 2時間連続の時間帯に割り当てる科目 i_1 と科目 i_2 の組合せ, $R = \{(i_1, i_2) | i_1, i_2 \in I\}$

変数

$$x_{ijt} = \begin{cases} 1 & \text{: 時間帯 } t \text{ に教員 } j \text{ が科目 } i \text{ を行う} \\ 0 & \text{: それ以外} \end{cases}$$

$$t \in T, j \in J, i \in I_j$$

$$y_{itc} = \begin{cases} 1 & \text{: 時間帯 } t \text{ にクラス } c \text{ で科目 } i \text{ を行う} \\ 0 & \text{: それ以外} \end{cases}$$

$$t \in T, i \in I_c, c \in C$$

4.2 絶対制約

各教員が各時間帯に担当する科目は1以下とする。

$$\sum_{i \in I_j} x_{ijt} \leq 1, j \in J, t \in T \quad (1)$$

各学年・クラスに設定されている各科目について, 全日程内で必要単位数を満たすように割り当てる。

$$\sum_{t \in T} y_{itc} = b_{ic}, \quad i \in I_c, c \in C \quad (2)$$

各クラスにおいて、各科目は1日に2回以上割り当てない。

$$\sum_{t \in T_d} y_{itc} \leq 1, \quad i \in I_c, c \in C, d \in D \quad (3)$$

各クラスにおいて、各時間帯には必ず1つの科目を割り当てなければならない。

$$\sum_{i \in I_c} y_{itc} = 1, \quad c \in C, t \in T \quad (4)$$

ただし、体育と芸術、技術家庭を割り当てるステップ1の際には(4)の制約式を以下のように変更する。

$$\sum_{i \in I_c} y_{itc} \leq 1, \quad c \in C, t \in T \quad (5)$$

各科目はその担当教員が希望する曜日・時間帯を満たすように割り当てる。

$$\sum_{j \in J} x_{ijt} = d_i \sum_{c \in C} y_{itc}, \quad i \in I, t \in T \quad (6)$$

2時間連続して行う科目 i_1 と科目 i_2 は、隣接した時間帯に割り当てる。

$$y_{i_1(2t-1)c} + y_{i_2(2t-1)c} = y_{i_1(2t)c} + y_{i_2(2t)c}, \quad (i_1, i_2) \in R, c \in C, t \in T_d, d \in D \quad (7)$$

各クラスにおいて、各科目は3日以上連続して割り当てるできない。左辺の各項は、各曜日に科目 i を割り当てる場合に1となる。曜日 d から連続する3日間について左辺の和が2以下となり、さらにすべての d について成り立てば制約条件を満たすことができる。

$$\sum_{t \in T_d} y_{itc} + \sum_{t \in T_{d+1}} y_{itc} + \sum_{t \in T_{d+2}} y_{itc} \leq 2, \quad i \in I_c, c \in C_g, g \in G, d = 1, 2, 3 \quad (8)$$

各学年で、各曜日に行う科目の組合せが全クラスで同じになるように割り当てる。隣接するクラス (c と $c+1$) で共通する科目 i について y_{itc} の各曜日の和が等しい時、この条件を満たしていると言えるので、以下のように制約条件を加える。

$$\sum_{t \in T_d} y_{itc} = \sum_{t \in T_d} y_{it(c+1)}, \quad i \in I_c \cap I_{c+1}, c \in C_g, g \in G, d \in D \quad (9)$$

各特別教室(体育館・グラウンド、柔道場、音楽室、美術室、家庭科室、技術室)を使用する科目については、同じ時間帯に割り当てることができるクラス数が限られる。各時

間帯において、特別教室 q の対象となる科目については、 y_{itc} の全クラスに関する和が n_q 以下になっていれば制約条件を満たしている。

$$\sum_{c \in C} \sum_{i \in E_q} y_{itc} \leq n_q, \quad t \in T, q = 1, 2, \dots, 6 \quad (10)$$

各クラスにおいて、同じグループ $l(l = 1, 2, 3)$ からは1日に最大1科目しか割り当てることができない。なお、グループ1は体育I[実技、保健、柔道]、グループ2は芸術I[音楽、美術、芸術]、グループ3は技術家庭I[技術、家庭科]である。

$$\sum_{i \in K_l} \sum_{t \in T_d} y_{itc} \leq 1, \quad c \in C, d \in D, l = 1, 2, 3 \quad (11)$$

グループ6とグループ4・5の間では、必ず同じ日に割り当てなければならない科目の組合せが存在する。グループ6に属する科目を割り当てる場合、グループ4またはグループ5に属する科目の中から少なくとも1科目を割り当てる。グループ4は体育II[実技、柔道]、グループ5は芸術II[美術]、グループ6は技術家庭II[家庭科]である。各クラスにおいて、家庭科を割り当てる日には、実技・柔道・美術の中から少なくとも1科目を必ず割り当てなければならない。

$$\sum_{i \in K_6} \sum_{t \in T_d} y_{itc} \leq \sum_{i \in K_4} \sum_{t \in T_d} y_{itc} + \sum_{i \in K_5} \sum_{t \in T_d} y_{itc}, \quad c \in C, d \in D \quad (12)$$

4.3 考慮制約

各クラスにおいて、月曜日から金曜日の間で、科目 i を同じ時間帯 (h 時限目) に割り当てる回数は α 回以下とする。 P_h は月曜日から金曜日の h 時限目にあたる時間帯の集合である。一定値 α については、小さいほど制約が厳しくなる。実際に割り当てを行う際には、初期値として $\alpha=2$ を用いている。

$$\sum_{t \in P_h} y_{itc} \leq \alpha, \quad i \in I_c, c \in C, h = 1, 2, \dots, 7 \quad (13)$$

各教員において、1日に行う授業数は f_j 以下とする。実行不可能な場合は f_j を調整する。

$$\sum_{t \in T_d} \sum_{i \in I_j} x_{ijt} \leq f_j, \quad d \in D, j \in J \quad (14)$$

5 時間割自動編成システムの改良

改良前のシステムは、特定の条件を付け加えたいという場合、ユーザーインターフェース以外の部分で作業を行わなければならないであった。したがって、従来の時間割編成システムでは、ある曜日に選択した科目を必ず割り当てるといった、細かい条件を加えて時間割を作成することが困難

であったといえる。そこで我々は、1科目に対しては、「連続しないように」割り当てる、そして2科目から4科目に対しては、「少なくとも」「多くても」「同じ曜日に」割り当てるという3つの条件の中からユーザが1つを選択して、システムのインターフェースを加えることによって、より理想的な時間割作成を可能にした。新たに加えた条件の制約条件を以下に示す。なお、図中の教員名は個人情報保護の為、各教員に割り当てられている通し番号を記載している。

5.1 考慮すべき制約条件

新たな記号として、

s_a : 条件を設定する際、 a 番目に選択する科目、 $s_a \in I$ を定義する。

以下は、追加する可能性のある制約条件であり、担当者が選択できるようにする。この条件によって、時間割作成担当者が選択した1科目に対して、曜日が連続して割り当てられないようにする。たとえば、3単位の科目であれば(月, 水, 金)に割り当てることができる。また、2単位の科目であれば(月, 水), (月, 木), (月, 金)などに割り当てることができる。

$$\sum_{t \in T_d} y_{s_1tc} + \sum_{t \in T_{d+1}} y_{s_1tc} \leq 1, \quad c \in C, d = 1, 2, 3, 4, \quad s_1 \in I \quad (15)$$

作成者が選択した2科目のうち、少なくとも1科目を割り当てる。

$$\sum_{t \in T_d} (y_{s_1tc} + y_{s_2tc}) \geq 1, \quad c \in C, d \in D, \quad s_1, s_2 \in I \quad (16)$$

この制約式をシステムに加えた結果、図1のように少なくとも共英語1(3単位)と現代文(3単位)のどちらかを月曜日から金曜日まで割り当てることができるようになった。図1から図3は、What's Best!で条件を作成したシートの一例である。

| 少なくとも | | 月 | 火 | 水 | 木 | 金 |
|--------|----|----|-----|-----|-----|-----|
| S3共英語1 | 56 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| S3I現代文 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| | | >= | =>= | =>= | =>= | =>= |

図1 2科目複数選択の割り当て結果(少なくとも)

作成者が選択した2科目のうち、多くても1科目を割り当てる。

$$\sum_{t \in T_d} (y_{s_1tc} + y_{s_2tc}) \leq 1, \quad c \in C, d \in D, \quad s_1, s_2 \in I \quad (17)$$

この制約式をシステムに加えた結果、以下のように多くても共英語1(3単位)と古文(2単位)のどちらかを毎日

割り当てることができる。しかし、共英語1(3単位)と現代文(3単位)のように2科目を選択すると、制約を満たさなくなり、割り当てることができない。

| 多くても | | 月 | 火 | 水 | 木 | 金 |
|--------|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| S3共英語1 | 56 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| S3I古文 | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| | | =<= | =<= | =<= | =<= | =<= |

図2 2科目複数選択の割り当て結果(多くても)

作成者が選択した2科目を同じ曜日に割り当てる。

$$\sum_{t \in T_d} (y_{s_1tc} + y_{s_2tc}) = b, \quad b = 0, 2, c \in C, d \in D, \quad s_1, s_2 \in I \quad (18)$$

この制約式をシステムに加えた結果、以下のように共英語1(3単位)と現代文(3単位)のように単位数が同じ科目では必ず同じ曜日に割り当てることができる。しかし、共英語1(3単位)と古文(2単位)のように単位数が異なる科目の場合、1単位分多い共英語1がある曜日にだけ単独で割り当てられてしまう。

| 同じ曜日に | | 月 | 火 | 水 | 木 | 金 |
|--------|----|---|---|---|---|---|
| S3共英語1 | 56 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| S3I現代文 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| | | = | = | = | = | = |

図3 2科目複数選択の割り当て結果(同じ曜日に)

以下、2科目の場合と同様に3科目4科目の場合の制約条件と割り当ての結果について述べる。

作成者が選択した3科目のうち、少なくとも**b**科目($b=1,2$)を割り当てる。

$$\sum_{t \in T_d} (y_{s_1tc} + y_{s_2tc} + y_{s_3tc}) \geq b, \quad c \in C, d \in D, \quad s_1, s_2, s_3 \in I \quad (19)$$

この制約式をシステムに加えた結果、少なくとも1科目を月曜日から金曜日まで割り当てることができる。

作成者が選択した3科目のうち、多くても**b**科目($b=1,2$)を割り当てる。

$$\sum_{t \in T_d} (y_{s_1tc} + y_{s_2tc} + y_{s_3tc}) \leq b, \quad c \in C, d \in D, \quad s_1, s_2, s_3 \in I \quad (20)$$

この制約式をシステムに加えた結果、月曜日から金曜日まで多くても2科目を毎日割り当てることができる。

作成者が選択した3科目を同じ曜日に割り当てる。

$$\sum_{t \in T_d} (y_{s_1tc} + y_{s_2tc} + y_{s_3tc}) = b, \quad b = 0, 3, c \in C, d \in D, \quad s_1, s_2, s_3 \in I \quad (21)$$

この制約式をシステムに加えた結果、単位数が同じ科目では必ず同じ曜日に割り当てることができる。

作成者が選択した 4 科目のうち、少なくとも b 科目 ($b=1,2,3$) を割り当てる。

$$\sum_{t \in T_d} (y_{s_1tc} + y_{s_2tc} + y_{s_3tc} + y_{s_4tc}) \geq b, \quad c \in C, d \in D, \quad s_1, s_2, s_3, s_4 \in I \quad (22)$$

例として少なくとも 1 科目を割り当てるという条件を用いて、この制約式をシステムに加えた結果、月曜から金曜まで少なくとも 1 科目を毎日割り当てることができる。

作成者が選択した 4 科目のうち、多くても b 科目 ($b=1,2,3$) を割り当てる。

$$\sum_{t \in T_d} (y_{s_1tc} + y_{s_2tc} + y_{s_3tc} + y_{s_4tc}) \leq b, \quad c \in C, d \in D, \quad s_1, s_2, s_3, s_4 \in I \quad (23)$$

多くても 2 科目を割り当てるという条件を用いて、この制約式をシステムに加えた結果、月曜から金曜まで多くても 2 科目を毎日割り当てることができる。

作成者が選択した 4 科目を同じ曜日に割り当てる。

$$\sum_{t \in T_d} (y_{s_1tc} + y_{s_2tc} + y_{s_3tc} + y_{s_4tc}) = b, \quad b = 0, 4, \quad c \in C, d \in D, \quad s_1, s_2, s_3, s_4 \in I \quad (24)$$

この制約式をシステムに加えた結果、単位数が同じ科目では必ず同じ曜日に割り当てることができる。しかし、必ず割り当てる科目数が多ければ多いほど、条件が厳しくなりダミー教員が増える可能性が生じる。実行例として、共英語 1(3 単位), 共英語 2(3 単位), 数学 2(3 単位), 化学 (3 単位) を選択し制約式を追加した結果、ダミー教員は 3 人を擁した。また、科目を選ぶ際に単位数の組み合わせによっては、ダミー数をどれだけ増やしても実行できない可能性も生じる。したがって、時間割作成担当者は選択したい科目の単位数をシステムの情報シートで予め確認した後、割り当てを行う必要がある。

5.2 考慮すべき制約条件の追加方法

続いて、新しく加えたチェックボックスの説明を行う。以下のシートの条件追加ボタンの上にある、それぞれのクラスに同じ科目を割り当てるというチェックボックスにチェックを入れることで、(9) で定義した絶対制約を有効にし、各学年で、各曜日に行う科目の組合せが全クラスで同じになるように割り当てることができる。

$$\sum_{t \in T_d} y_{itc} = \sum_{t \in T_d} y_{it(c+1)}, \quad i \in I_c \cap I_{c+1}, c \in C_g, g \in G, d \in D \quad (9)$$

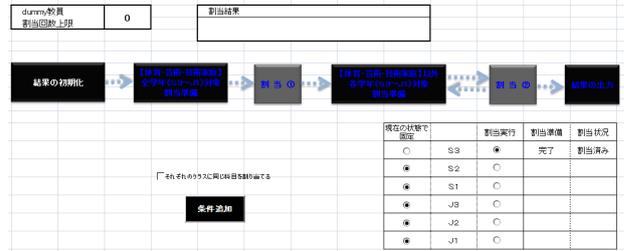


図 4 新たな条件を追加するインターフェース

図 4 の条件追加ボタンを押すと、図 5 のようなウィンドウが表示される。

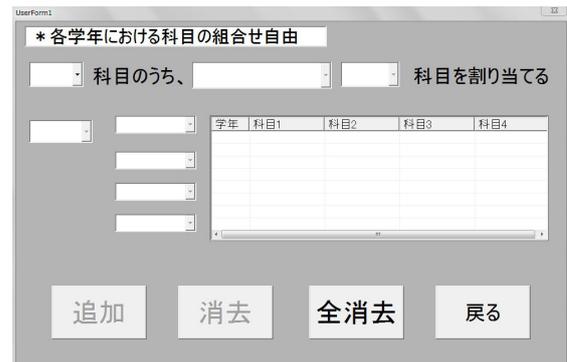


図 5 新たな条件を追加するためのウィンドウ

1 つ目のコンボボックスで科目数 (1 から 4) を選択後、2 つ目のコンボボックスでは「少なくとも」「多くても」「同じ曜日に」のいずれかの条件を選ぶ。ただし、1 科目の場合、選択できる条件は「連続しないように」のみである。3 つ目のコンボボックスでは割り当てる科目数を選び、4 つ目のコンボボックスでは学年を選択する。5 つ目以降のコンボボックスでは、選んだ学年の科目のみが選択できるようになっており、割り当てる科目を科目数分だけ選ぶ。選択した学年と科目はそれぞれリストボックス上に表示されるようになっており、システムに条件を組み込みたい場合は、リストボックス上の科目を選択し「追加」ボタンを押すことで可能となる。



図 6 条件を加えたウィンドウ

6 実行時間

条件を追加した後の実行時間と改良前のシステムの実行時間を比較する。学年毎に時間割を作成する際、各学年における時間割作成最適化ソフトの実行時間の上限を3分に設定している。この時間内に割り当てが出来ない場合には、時間割作成の条件を変更し、再び割り当てを行う。時間割作成のデータは南山男子部の2014年度のものである。

表1 改良前システムの実行時間

| 学年もしくは科目 | 実行時間 |
|------------|------|
| 体育・芸術・技術家庭 | 9秒 |
| 高校3年生 | 3秒 |
| 高校2年生 | 5秒 |
| 高校1年生 | 5秒 |
| 中学3年生 | 3秒 |
| 中学2年生 | 17秒 |
| 中学1年生 | 1秒 |

新しいシステムを加えたことによって、時間割作成の完成時間にどのくらい影響を与えるのかを調べるため、実行時間を測定した。また、「少なくとも」、「多くても」、「同じ曜日に」という条件の組み合わせは複数あるため、ここではS1(高校1年生)の実行時間を記すことにする。

表2 チェックボックスを外した際(5クラス同一科目の条件を外した)の実行時間

| 学年もしくは科目 | 実行時間 |
|------------|------|
| 体育・芸術・技術家庭 | 7秒 |
| 高校3年生 | 4秒 |
| 高校2年生 | 4秒 |
| 高校1年生 | 4秒 |
| 中学3年生 | 3秒 |
| 中学2年生 | 3秒 |
| 中学1年生 | 3秒 |

表3の条件では、条件が厳しいため、実行時間が大幅に伸び、ダミー教員の数も増えた。表3を実行した際に加えた条件は、「高校1年生の2科目(日本史, 現代文)のうち少なくとも1科目を割り当てる」、「高校1年生の3科目(現代文, 数学1, 化学)のうち多くても2科目を割り当てる」、「高校1年生の4科目(現代文, 数学2, 古文, 物理2)において同じ日に4科目を割り当てる」という条件である。

実行例として、S1(高校1年生)を挙げているが他のすべての学年も同様に実行時間が大幅に伸び、またダミー教員の数も増えた。

表3 チェックボックスのチェックを入れて(5クラス同一科目の条件を加えて)追加の条件を加えた際の実行時間

| 学年もしくは科目 | 実行時間 | ダミー教員の数 |
|------------|------|---------|
| 体育・芸術・技術家庭 | 10秒 | 0人 |
| 高校3年生 | 10秒 | 0人 |
| 高校2年生 | 21秒 | 5人 |
| 高校1年生 | 28秒 | 10人 |
| 中学3年生 | 32秒 | 12人 |
| 中学2年生 | 37秒 | 15人 |
| 中学1年生 | 27秒 | 15人 |

7 おわりに

本研究では、教員の都合や要望に応じて、より柔軟に変更できるよう[3]による時間割編成システムの改良を試みた。[3]によるシステムは、[3]の筆者の一人が勤務する南山中学校・高等学校男子部の時間割編成に対応するものであった。具体的には、南山男子部の時間割編成では、同学年の各クラスの受講科目の組合せを同じにし、割り当てなければならないという制約が絶対制約として含まれていた。我々は、この学校における特有の制約を考慮制約とすることで、南山男子部以外の学校においても利用できるシステムに改良した。また、南山男子部においては、システムに詳しい教員が時間割編成を行っており、ユーザーインターフェース以外の部分で条件を付け加えていたため、システムに詳しくない教員が時間割編成システムを利用することは容易でないという課題もあった。これに対して、ユーザーインターフェースの改良を行い、時間割編成を容易に出来るようにした。各学校で考慮すべき条件は違う。そのような現状の中で、各学校に合った割り当て条件を容易に追加できることは、汎用性を高めることにつながっていると見える。我々は、今後このような時間割編成システムが普及し、教員の負担軽減につながることを願う。

参考文献

- [1] 国立教育政策研究所:編『TALIS 日本版報告書「2013年調査結果の要約」』http://www.nier.go.jp/kenkyukikaku/talis/imgs/talis2013_summary.pdf
- [2] 山本佳奈, 鈴木敦夫, 寺田尚広:『中高一貫校の時間割編成支援システムの試作』。スケジュールリング・シンポジウム2012講演論文集, 2012, pp.145-150.
- [3] 山本佳奈, 鈴木敦夫, 寺田尚広:『中高一貫校の時間割作成の改良-平成25年度の時間割を作成して-』。スケジュールリング・シンポジウム2013講演論文集, 2013, pp.41-45.