

# 文教大学湘南校舎における科目時間割配置の支援<sup>1</sup>

Providing support in solving course timetabling problem at Bunkyo university

小河 智哉, 堀田 敬介<sup>2</sup>  
Tomoya OGAWA, Keisuke HOTTA

## Abstract

The focus of this research is to examine course timetabling problem at Bunkyo university. The timetabling process is currently done manually at Bunkyo university; therefore, it requires a large amount of time and effort. This paper presents an approach to the problem using  $\{0, 1\}$ -integer programming, which can make the timetabling process much more efficient and far less time-consuming. This approach can also provide a better schedule convenient for both teachers and students. The case of all subjects for the Faculty of Business Administration is presented. This study also shows the way to replace manual procedures with the approaches using an optimization technique.

## 1 はじめに

文教大学湘南校舎には、「情報学部（3学科）・国際学部（2学科）・健康栄養学部（1学科）・経営学部（1学科）」の4学部7学科がある。全学部全学科科目総数は2,000を超す。本研究では、経営学部経営学科、および、情報学部経営情報学科を中心とした科目の時間割配置を求めることを目的とする<sup>3</sup>。また、割当の際には教室割当も考慮に入れながら行う。

文教大学湘南校舎における科目の時間割配置（割当）は、現在、事務職員が様々な条件を勘案しながら手作業で行っている<sup>4</sup>。この作業を、必要となる様々な条件を制約とし、望まれる目的を達成する最適化モデルを構築し、計算で求める事によって、作成の手間の削減と時間割当の改善を行うことを目的とする。

『作成手間の削減』とは、各科目の各曜日時限への配置という作業を計算機で求めることによって、数日かかっている作業時間を数秒に減らして、膨大な手作業から解放することであり、『時間割当の改善』とは、時間割を上手く調整して組むことで、学生がより履修しやすくする（自分の希望の科目を取りやすくする）ことを意味する。これが可能なのは、手作業では思い至らなかった科目配置が、制約を全て考慮に入れた最適化モデルを用いて実行可能な全ての配置から最も良いものを見つけてることができるようになるからである。

作成の手間を削減できれば、出来た時間割について検討する時間を充分に取ることが出来るようになり、今まで手一杯で検討出来なかった事項を考慮できるし、空いた時間を別の業務にあてることもできるようになる。時間割当の改善により、学生の教育環境が向上し、学生満足度が上がると共に、より安心して履修出来るようになることで、より向上心・向学心を育むことが期待できる。

<sup>1</sup>本研究は、文教大学競争的教育研究支援資金「2012年度学長調整金・教育改善支援」による研究成果の一部である

<sup>2</sup>文教大学 経営学部 准教授

<sup>3</sup>本来の目的は、全学部全学科の科目時間割配置をすることだが、各学科の要望を制約化する際には、それらの要望に精通している各学科教務委員の作業が必要となるため、今回は著者の所属する学部学科について、作業の手間から結果案が出るまでを明示し、必要な作業の理解を深めてもらうこととした

<sup>4</sup>誰が作業を行うかは大学や学部によって異なる。職員が行う、教員が行う、職員と教員が協力して作成するなど様々である

## 湘南フォーラム No.20

小学校・中学校・高等学校における科目の時間割配置については、ソフトウェアが作成され一般に使用できる形で提供されるなど研究が進んでいる (cf. [23])。しかしながら、小学校・中学校・高等学校の科目時間割配置と大学のそれでは大きな差異がある。

小学校・中学校・高等学校では、

- 基本的に、学生はクラス単位で授業を受ける
- 原則、クラス単位で授業を受けるので、科目毎の受講人数は同じ
- 原則、クラス単位で授業を受けるので、教室が固定（別の教室を使う科目のみ考慮すればよい）
- 科目の種類が少ない（国数英理社に情報・体育・音楽・美術・技術・総合学習など）
- 同じ科目を週に複数回繰り返し実施
- 同学年の学生全員が、(多少のずれはあっても) 同じタイミングで同じ講義内容を受ける
- 以上のこと等より、1人の学生に対して、卒業するまでに教える教員の数が少なく済む
- 専任教員は基本的に平日は毎日出勤し、就業時間は大体同じ

である。それに対し大学では、

- 基本的に、学生は個人毎に授業を受ける
- 個人毎に受講するため、科目毎に受講人数が異なる
- 個人毎に受講するため、全ての科目に使用教室の割り当てが必要
- 科目の種類が膨大（複数クラスの重複を除き、全て異なる科目）
- 同じ科目は週に1回（多くても2,3回）
- 同学年の学生であっても受講科目が異なり、かつ同じ科目でも授業を受ける年度・時期が異なる。1~4年が混ざって受講し、受講生の知識レベルも異なる
- 以上のこと等より、1人の学生に対して、卒業するまでに教える教員数は膨大になる
- 専任教員は出校日のみ出勤し、出校日が同じ教員でも出勤時間は人によって異なる。1週間毎日来る人も殆ど来ない人もいて、在校時間帯も異なる<sup>5</sup>。

となる。科目を時間割配置するという点だけを見れば同じ問題であるが、求められる条件が全く異なるため、高校の時間割配置用ソフトウェアをそのまま使うことは不可能である。

大学時間割作成は、各国で盛んに研究されており ([1, 2, 3, 4, 20, 22])、国内各大学でも研究されている ([6, 7, 11, 12, 13, 14, 17, 18, 19]) が、海外ではカリキュラム体系等が日本と異なるし、国内も個々の大学の事情にあわせて提案されている。また、1学部ないし1学科の時間割作成が多い。

<sup>5</sup>長い時間大学にいる教員は、実験等大学に体がないと研究にならない人に多く、在校時間が短い教員は、脳みそさえあれば場所は問わない研究対象の人やフィールドワークが主な人に多い。その他、大学以外の仕事や研究で短期・長期不在・学会出張、(国・自治体、企業、団体等、社会からの要請による) 各種調査依頼、有識者委員会のためである

その理由は、学部毎に独立の問題として考えることが可能である点と、MIP ソルバー等で解く場合の規模の問題（サイズが小さい問題の方が解き易い）による。さらに、この問題を解くためのモデルの制約は汎用的な部分と大学個々の諸事情を考慮する部分に分けて考えることが多いが、後者が主な部分となるため、汎用ツールを作ったとしても利用者がカスタマイズする部分が多く大変と考えられるし、大学の履修制度の違いによって、そもそも汎用となる部分が複数のタイプ考えられ、汎用部分がどうモデル化されているかによって諸事情を考慮する制約の設定の仕方が異なるからである<sup>6</sup>。

ここで、学部毎に独立に考えられるとは、科目の時間割配置を終えた後に、教室への割り当てを独立して解くことができるほど教室数に余裕があるという意味である。しかし、使用可能な教室の考慮を別の問題として捉えてよいのは、ある程度建物規模の大きい大学に限られる。大規模キャンパスを持つ大学では、学部毎に棟が与えられていたりするが、文教大学湘南校舎のような小規模キャンパスの大学では、複数の学部で教室を共用しているため、時間配置の際に教室割当を考慮しないと、学部毎に時間割への科目割当が出来ても使える教室が足りなくて実行不能ということが容易に起こり得る<sup>7</sup>。

また、国立大学と私立大学とでも、実際の問題を解く際には解きやすさが異なると考えられる。1 人教員が受け持つ科目数がかかなり異なるからである。1 教員が平均数科目しか持たないことが多い国立大学と、1 教員が平均十数科目担当する私立大学などがあり、前者の方が解きやすい。曜日・時限設定も大学によって異なり、1～5 時限程度までで配置を考える大学と、1～7,8 時限程度までである大学があり、後者の方が解きやすい。

その他にも、大学毎に特色がある。例えば、文教大学では、

- 時間割を組む前に、全科目について教員との一対一対応がなされる
- 水曜日は必ず全教員が出校する<sup>8</sup>
- 1 つの科目だが名前が複数ある科目（同名の場合と異名の場合がある）が存在する<sup>9</sup>
- 必修科目の再履修クラスが存在する<sup>10</sup>

という特徴がある。各大学は、部分的に同じ特徴や異なる特徴をもつ。なお、文教大学では教員と科目との一対一対応は、オムニバス科目にもあてはまる。例えば、あるオムニバス科目を 3 人で担当する場合、丁度 3 クラスをつくり、書類上はクラスと教員を一対一対応させる。運用は、3 クラスを同一曜日時限に配置して、1/3 ずつ担当クラスを交代などとする<sup>11</sup>。文教大学と同様に、時間割配置前に全科目と全教員を一対一対応させる大学と、全ては対応させず、配置したあとで教員を割り当てる

<sup>6</sup>学期制（通年制，2 学期制，3 学期制，4 学期制）が異なれば汎用部分は変わる。科目と教員の対応関係の設定が変われば汎用部分は変わる。教室割当をどう考慮するかで汎用部分は変わる

<sup>7</sup>文教大学では、4 学部のうち健康栄養学部は、その科目の特殊性や大学の歴史的経緯から、単独で利用している棟をもつため、独立して解くことが可能かもしれない

<sup>8</sup>会議日程確保のため

<sup>9</sup>学科を超えて共同に設置している合併科目と、カリキュラムの新旧を対応させる振替科目などである。問題の条件を難しく複雑にする要因の一つで、学科毎に「必修」「選択必修」「選択」科目の位置づけが異なる場合もあるので非常に煩雑となる

<sup>10</sup>必修科目の単位を落とすと、その後の履修に支障があるため、次年度ではなく、次の学期（春なら秋，秋なら春）に落第学生専用のクラスとして設定する。再履必修科目と標準履修年時必修科目は重ねない配置が必要だが、この制約のために時間割作成が実行不能となった場合には同一時限にするしかない

<sup>11</sup>ただし、共通教育科目のスポット授業担当のように、1 教員が 1～2 回しか授業を担当せず、10 人前後の教員が携わるようなオムニバス形式の場合は扱いが異なる。その場合、専任の担当教師が 1 名つき（この教員がこの科目の一対一対応の相手となる）、実際に授業を行う教員は外部講師扱い等となり、時間割配置の際には考慮対象外となる。また、語学の一部の科目は、1 科目に 2 人の教員（日本人とネイティブスピーカーなど）を割り当てる

科目がいくつか存在する大学がある。本研究で提示するモデルは、配置前に一対一対応させることが前提となっていることに留意されたい。

なお、どの大学でも通常数年毎にカリキュラム改編が行われるが、どのようになされるかは大学毎に異なる。文教大学では、おおよそ4年毎に改編がなされ、現状、学部毎にその時期がずれている。すると、共通教育・教養科目などの共通に準備する科目の配置がより複雑になる。それに加え、学生は最大8年間在籍が可能のため、3回分のカリキュラム（科目名称・区分）を覚えておき、対応関係がつくられている。よって、標準履修年次で1年生から4年生までの全学生が同じカリキュラムになることの方が稀である<sup>12</sup>ため、これらも考慮する必要がある。これらは、最適化モデルを解くために制約として入力するデータを整える際に考慮することになる。

結局の所、大学における科目の時間割配置問題は、定式化等で共通化できる部分はあるが、個々の大学の事情を色濃く反映させねばならない制約が少なからずあるため、既存研究をそのままは使えず、独自事情を考慮しつつ個別に解かねばならない。共通化できる部分も、大学の履修制度の違いにより複数のタイプにわかれ、そのため変数の設定も異なり、それぞれのタイプ毎に個別事情を反映させる制約の設定の仕方が異なる。このようにモデルそのものが異なったり、モデルが同じでもインスタンス（入力）が異なれば、実行可能性や解きやすさ（そもそも求解自体が可能かどうか）も異なるため、個々の事例をそれぞれ研究しなければ、実現性がみえてこない。汎用ツールを作成して現場に提供すれば済む、というわけにはいかないのである。本研究では、湘南キャンパスにおける実現可能性についての第一歩として、時間割配置問題を解くモデルの提供と、具体事例での実行可能性、求解容易性についての結果を提示するものである。

本論文の構成は次の通りである。次節でこの問題を最適化モデルとして定式化し、実際作業を行うための入力データをどう整えるとモデルを利用出来るのかについて述べ、3節で実行可能性、求解容易性に関する結果を示す。最後に結論として、実現までの道筋を示す。

## 2 定式化

時間割配置問題を解くための最適化モデルを構築する。本研究で用いるモデルは、複数の（線形）制約のもとで目的関数を最小化する、 $\{0, 1\}$ -整数計画法での定式化となる。以下では、「モデルで用いる集合」を与え、「変数」を定義したのち、定式化の「制約」と「目的関数」について提示する。

### 2.1 モデルで用いる集合

最適化モデルに用いる集合は、科目集合  $I$ 、教員集合  $P$ 、曜日集合  $K$ 、時限集合  $H$  の4つである。

$$\text{科目 } i \in I = \{1, 2, \dots\} \quad \dots \text{科目集合 } I \quad (2.1)$$

$$\text{教員 } p \in P = \{1, 2, \dots\} \quad \dots \text{教員集合 } P \quad (2.2)$$

$$\text{曜日 } k \in K = \{1, 2, 3, 4, 5\} \quad \dots \text{曜日集合 } K \quad (1=\text{月曜日}, \dots, 5=\text{金曜日}) \quad (2.3)$$

$$\text{時限 } h \in H = \{1, 2, 3, 4, 5\} \quad \dots \text{時限集合 } H \quad (1=1 \text{ 時限目}, \dots, 5=5 \text{ 時限目}) \quad (2.4)$$

<sup>12</sup>4年に1回改編すると、全学生が同じカリキュラムとなるのは4年間のうち1年間だけである。残りの3年間は常に2つのカリキュラムが走っていることになる。4年に1回の同じ年度の時でも、留年する学生が0人ということは稀なため、1つのカリキュラムだけという年度は殆どない

とする<sup>13</sup>. また, 関連して,

$$I_1 : \text{週 1 回実施科目集合}, I_2 : \text{週 2 回実施科目集合}, I_3 : \text{連続 2 時限科目集合} \quad (2.5)$$

$$I^p : \text{教員 } p \text{ が担当する科目集合} \quad (2.6)$$

$$I^D : \text{同一曜日時限に配置できる上限がある科目集合. その上限数を } n^D \text{ とする} \quad (2.7)$$

$$I^S : \text{同一曜日時限に配置しなければならない科目集合} \quad (2.8)$$

$$P_1 : \text{常勤教員集合}, P_2 : \text{非常勤教員集合} \quad (2.9)$$

とする. このとき,

$$I = I_1 \cup I_2 \cup I_3, \quad I_1 \cap I_2 = I_2 \cap I_3 = I_3 \cap I_1 = \emptyset \quad (2.10)$$

$$I = \cup_p I^p \quad (2.11)$$

$$P = P_1 \cup P_2, \quad P_1 \cap P_2 = \emptyset \quad (2.12)$$

である.

## 2.2 モデルで用いる変数

最適化モデルに用いる  $\{0, 1\}$ -変数を 2 種類定義する.

$$x_{ikh} = \begin{cases} 1 & \cdots \text{科目 } i \text{ を } k \text{ 曜日 } h \text{ 時限目に配置} \\ 0 & \cdots \text{それ以外} \end{cases} \quad (2.13)$$

$$y_{pk} = \begin{cases} 1 & \cdots \text{教員 } p \text{ は } k \text{ 曜日に出校} \\ 0 & \cdots \text{それ以外} \end{cases} \quad (2.14)$$

科目変数  $x_{ikh}$  には添え字に教員が陽に表れないが, 科目  $i$  の担当教員は決まっているため, 担当教員の情報も含まれていることに注意されたい. 同様に, 教室割当についても変数に陽に表れないが, 同一曜日時限に教室に配置できる科目数に上限数を備けて制約として設定することで対応する. 従って, 科目の時間割配置問題を解く際に, 同時に教室割当も考慮される. 教室割当を変数に含めている先行研究もあるが, 本研究では含めない. 余計な添え字の数を減らして変数の数を少なくすることで求解を易しくするためと, 求解後の教室割当の修正・変更を容易にするためである.

## 2.3 モデルで用いる制約

最適化モデルに用いる制約は, 「ハード制約」「文教ハード制約」「ソフト制約」「文教ソフト制約」の 4 種類である. 各大学の時間配置問題で共通事項としてあげられる制約を「ハード制約」, そうではないが, 文教大学の現状に基づき必須となる制約を「文教ハード制約」とよぶ. 「ハード制約」「文教ハード制約」は, 原則それらを守らなければ得られた実行可能解が時間割にならない, という意味

<sup>13</sup>土曜日 1・2 限や月～金 6 時限目に設定される特殊な科目は除外する. 集中講義・e-learning・短期留学など, 時間割配置の必要がない科目は除外する. 春・秋学期はそれぞれ独立に解き, 通年科目は, 春・秋で曜日・時限が異なっても構わない. 教員の出校日も, 春・秋学期で異なっても構わないとする

である<sup>14</sup>。これに対し、なるべく守りたい制約として「ソフト制約」を考え、ペナルティを与えて目的関数に付加する。こちらも、汎用的に使えるであろう大学共通事項の「ソフト制約」と、そうではないが、文教大学の現状に基づきなるべく守りたい「文教ソフト制約」で構成される。ここでの制約は、時間配置の前に科目への教員割当を完了する、ということを前提としていることに留意されたい。

### 2.3.1 ハード制約

ハード制約は **H1**~**H4** の4つである。

**H1: 教員制約** 教員  $p$  は、同一曜日時限には高々1科目のみ担当可能

$$\sum_{i \in IP} x_{ikh} \leq 1 \quad (\forall p, k, h) \quad (2.15)$$

**H2: 科目制約** 科目  $i$  は、全曜日時限内に  $b_i$  回配置 ( $b_i$ : 科目  $i$  の週実施回数)

$$\sum_k \sum_h x_{ikh} = b_i \quad (\forall i \in I) \quad (2.16)$$

**H3: 科目制約** 科目集合  $I^{D_j}$  ( $j = 1, 2, \dots$ ) に含まれる科目群は、同一曜日時限における配置上限数  $n^{D_j}$  がある

$$\sum_{i \in I^{D_j}} x_{ikh} \leq n^{D_j} \quad (\forall j, k, h) \quad (2.17)$$

**H4: 科目制約** 科目  $i_1$  と  $i_2$  は、必ず同一曜日時限に配置

$$x_{i_1 kh} = x_{i_2 kh} \quad (\forall i_1, i_2 \in I_j^s; i_1 \neq i_2, \forall j, k, h) \quad (2.18)$$

**H1** の式 (2.15)、**H2** の式 (2.16) について、実施しない曜日時限が予め与えられている場合は対応する変数を0とする制約を追加する。つまり、科目  $i$  を  $k$  曜日  $h$  時限に配置しないことが確定しているなら、 $x_{ikh} = 0$  をハード制約として追加する

**H2** の式 (2.16) において、週1回の科目  $i$  は  $b_i = 1$ 、週2回行う科目や、連続2時限で行う科目が  $b_i = 2$  となる。文教大学では、週3回の科目や連続3時限の講義は存在しない。なお、週2回の科目は、なるべく同じ時限にすることが望ましい。詳細は、文教ハード制約 **BH3** の式 (2.21)~(2.23) を見られたい。

**H3** の式 (2.17) の例としてまずは、同一学科同一学年の必修科目は（同一科目別クラスを除き）別の曜日時限に配置しなければならない、がある。文教大学の必修科目とは、卒業要件として必ず修める必要のある科目で、「専門必修科目」と「共通教育・教養の必修科目」、「語学の必修科目」などを指す。また、必修科目と同一学科同一学年に設置されるそれ以外の科目は、別の曜日時限に配置しな

<sup>14</sup>ただし、時間割配置の解が実行不能となった場合にはこの限りではない。その場合は、実行不能となった制約について、条件を緩和したり、ソフト制約に変更したりして解き直すこととなる。また、文教大学と同じ特色を持つ大学（科目と教員が配置前に確定される、2学期制であるなど）における共通事項としての「ハード制約」であることに留意されたい

ければ学生が受講できないので、この制約の対象となる。ここでそれ以外科目とは「専門選択科目」「専門選択必修科目」及び「語学の選択科目」を指し、「共通教育・教養の選択必修・選択科目」は含まない。

さらに、使用教室の数に上限がある場合もこの制約に含まれる。例えば、体育館を使う科目は同時に2科目まで、履修者200名以上が予想される科目は同時に5科目まで（大教室の数以下、または、大教室の数から予備数を引いた数以下）、語学CALL教室は同時に5科目まで、1つしか存在しない特殊教室を使う科目は同時に1科目だけ、などである。

文教大学湘南校舎で講義に使用される教室は、2014年度時点で90（通常講義用50、PC室6、マルチメディアPC室2、PC-CALL教室4、特殊教室28）あり、教室の種類毎・定員毎に表1の通りである<sup>15</sup>。ただし、教室に各常勤教員の研究室は含めず、ここに取り上げていない部屋も存在する<sup>16</sup>。特殊教室は、PCが全台備わる講義室、調理室、スタジオ、エクササイズ室、音楽室、視聴覚室など多岐に渡り、1部屋しかないものが多い。特殊教室の利用については、科目担当者の希望を聞く必要があり、わかっている場合には事前に相談したり、昨年度までの状況から判断する。

表 1: 湘南校舎 各教室の定員と室数

		一般講義教室															
定員	36	45	51	54	63	90	93	96	99	135	156	200	256	270	304	322	456
室数	1	2	4	19	6	4	1	1	2	1	3	1	1	1	1	1	1
		PC 室				PC-MM 室			PC-CALL 室			特殊教室					
定員		38	60	80	90	60			34			-					
室数		1	3	1	1	2			4			28					

H4 の式 (2.18) は、オムニバス授業や、必修科目、語学科目で同一時限に実施することが確定している科目群に適用される。

### 2.3.2 文教ハード制約

汎用的なハード制約には含まれないが、文教大学湘南校舎では必要となる制約 BH1~BH4 を示す。

**BH1: 教員出校日** 教員  $p \in P$  は  $k$  曜日に科目割当されたら出校日となる

$$\sum_{i \in I^p} \sum_{h \in H} x_{ikh} \leq 5y_{pk} \quad (\forall k) \quad (2.19)$$

**BH2: 教員出校日** 常勤教員  $p \in P_1$  の出校日は高々3日

$$\sum_{k \in K} y_{pk} \leq 3 \quad (\forall p \in P_1) \quad (2.20)$$

<sup>15</sup>最大定員は456で、これを越える大教室は存在しない。ただし、文教大学では1授業の履修上限数を200人と定めており、それを越えてしまった科目は、次年度クラス数を増やす等の対策を行っている。これら改善策により、履修数が200人を越える科目の数は毎学期1桁に抑えられ、250人を越える授業は稀である。科目の履修人数は、昨年度までの人数から予測する。予測数より充分余裕を持った定員の教室を割り当てることが望ましい

<sup>16</sup>少人数の「ゼミナール」「卒業研究」などは研究室で行うこともある。ただし、文教大学でいう研究室とは、いわゆる理工系の実験や輪読等を行う部屋ではなく、教員の個室のことを指す。科目の時間配置上は原則研究室として教室割当を考えず、受講人数が多くて同科目を別の部屋で実施希望する場合は、授業開始後に空いている部屋を申請し調整する

**BH3:** 科目制約 連続ではない週 2 回実施科目は、同時限に配置 ( $I_2$  : 週 2 回実施科目集合)

$$x_{i1h} + x_{i2h} = x_{i4h} + x_{i5h} \quad (\forall i \in I_2, \forall h) \quad (2.21)$$

$$\sum_{h \in H} (x_{i1h} + x_{i2h}) = 1 \quad (\forall i \in I_2) \quad (2.22)$$

$$\sum_{h \in H} (x_{i4h} + x_{i5h}) = 1 \quad (\forall i \in I_2) \quad (2.23)$$

**BH4:** 科目制約 連続 2 時限実施科目は、1-2 限、3-4 限、4-5 限のいずれかで実施 ( $I_3$  : 連続 2 時限科目集合)

$$\sum_{k \in K} (x_{ik1} + x_{ik4}) = 1 \quad (\forall i \in I_3) \quad (2.24)$$

$$x_{ik1} = x_{ik2} \quad (\forall i \in I_3, \forall k) \quad (2.25)$$

$$x_{ik4} \leq x_{ik3} + x_{ik5} \leq 1 \quad (\forall i \in I_3, \forall k) \quad (2.26)$$

**BH1** の式 (2.19) に関連して、常勤教員は、出校日なら原則 1~5 限講義可能とする。非常勤教員は、出校日でも講義可能な時限が限られることが多い。住居から大学までの距離が遠い場合などは 1 限、5 限の講義が不可能という場合が該当する。

**BH2** について、常勤教員は会議等の関係で水曜日が出校日と確定しているので、実際には、式 (2.20) の代わりに

$$y_{p3} = 1, y_{p1} + y_{p2} + y_{p4} + y_{p5} \leq 2 \quad (\forall p \in P_1) \quad (2.27)$$

を用いる。なお、担当科目数が多く、それが原因で時間割配置問題が実行不能の場合には、出校日数が 4 日となる場合もありえる。その場合は、例外的に右辺定数を 4 にして解くことになる。

非常勤教員は、来校可能な日のみ出校日となるので、担当不可能な曜日の変数は 0 とする。例えば、月・火・水は来校不可で、木・金のどちらかを希望する非常勤教員なら、

$$y_{p1} = y_{p2} = y_{p3} = 0, y_{p4} + y_{p5} \leq 1 \quad (2.28)$$

となる。さらに、時限について、常勤・非常勤教員に同様の制約を課す。常勤教員は、水曜日午後 (3 時限目~5 時限目) は会議時間で授業を実施しないので、

$$\sum_{i \in I^p} \sum_{h=3}^5 x_{i3h} = 0 \quad (\forall p \in P_1) \quad (2.29)$$

が課される。非常勤教員の場合、担当できない時限に対応する変数は 0 とする。例えば、ある非常勤教員  $\bar{p}$  が 1 限と 5 限が不可なら

$$x_{ik1} = 0, x_{ik5} = 0 \quad (\forall i \in I^{\bar{p}}, \forall k) \quad (2.30)$$

が課される

**BH3** について、週 2 回科目は、原則、月曜日か火曜日に 1 回、木曜日か金曜日に 1 回を同時限に行う。同時限に配置するのは、その方が学生が時間割を組みやすくなるからである。そうでないと、

他の科目がとりにくくなる。式 (2.21) は、同一時限に実施することを、式 (2.22) は、月曜日か火曜日に 1 回実施することを、式 (2.23) は、木曜日か金曜日に 1 回実施することをそれぞれ要求する制約であり、ハード制約の式 (2.16) とあわせて制約として機能する。

非常勤が担当する場合、出校日の関係でそうできない場合は例外となるが、その場合は同一日で連続 2 時限にすることが多い<sup>17</sup>。

**BH4** について、2 時限連続科目を 2-3 限へ配置してしまうと、昼休みを挟むため避け、1-2 限、3-4 限、4-5 限のいずれかとする。従って、連続 2 時限科目は 1 限か 4 限のどちらかには必ず配置されることになる。式 (2.24)～(2.26) では、このことを基点とした制約が課されている。式 (2.24) は、1 限か 4 限のどちらかに必ず配置することを、式 (2.25) は、1-2 限を実施するかないかのどちらかであることを、式 (2.26) は、3-4 限か 4-5 限を実施するかないかのどれかであることをそれぞれ要求する制約であり、ハード制約の式 (2.16) とあわせて制約として機能する。

### 2.3.3 ソフト制約

ソフト制約は **S1**～**S3** の 3 つである。ペナルティ用の変数 ( $c^1, c_j^2, c_j^3$ ) を導入した制約を使い、ペナルティ変数を目的関数に付加してペナルティ最小化を目指すことになる。

**S1: 科目配置均等化 1** 5 曜日 × 5 時限 = 25 マスの科目割当数は均等化する。一般教室科目と 3 種類 PC 教室をそれぞれ別に考え、均等化する

$$\sum_{i \in I} x_{ikh} \leq c^1 \quad (\forall k, h) \quad (2.31)$$

**S2: 科目配置均等化 2** 同一学科同一学年の科目群  $I^{D_j}$  は (同一科目別クラスで同一曜日時限に配置する科目を除き)、5 曜日 × 5 時限 = 25 マスになるべく均等に配置、すなわち、なるべく異なる曜日時限に配置する

$$\sum_{i \in I^{D_j}} x_{ikh} \leq c_j^2 \quad (\forall j, k, h) \quad (2.32)$$

**S3: 科目制約** 2 つの科目  $i_1, i_2 \in I^{S_j}$  はなるべく同一曜日時限に配置する

$$|x_{i_1 kh} - x_{i_2 kh}| \leq c_j^3 \quad (\forall i_1, i_2 \in I^{S_j}; i_1 \neq i_2, \forall j, k, h) \quad (2.33)$$

**S1, S2** では、共通教育・教養科目 (情報・国際・経営)、学部教養科目 (健康栄養) などの教養科目、体育科目、語学科目、PC 教室を利用する科目群などはそれぞれ均等に配置することが望まれる。重なる科目を極力減らすことで、学生が自由に履修しやすくするためである<sup>18</sup>。

<sup>17</sup>ただし、文教大学湘南校舎の時間割は 5 時限目までしかないので、その中に週 2 回科目や連続 2 時限科目がたくさんあると、学生の履修の自由度を大幅に狭めかねないため、これらの科目は極力避けることが望ましい

<sup>18</sup>大学によっては、共通教育・教養科目や語学の曜日時限を決めているところもある。例えば、月曜 1・2 時限は教養の時限としてキャンパス全学部の教養科目をここに配置、水曜 3・4 限は語学の時間として全語学科目を配置、専門科目をそれ以外の曜日時限に配置するなど

## 湘南フォーラム No.20

**S2**について前記同様、同一セメスター（春=1,3,5,7, 秋=2,4,6,8）の必修以外の科目（文教大学では「選択必修科目」と「選択科目」）は、（複数クラス同一科目を除き）なるべく同じ曜日時限には配置しないことが望まれる。理由は同様である。

**S3**に関して、オムニバス以外の科目で、複数クラスで教員が異なる科目  $i_1, i_2$  は、なるべく同一曜日時限に配置したい。その方が学生が履修しやすくなるためである。例えば、情報処理系の複数クラスや、語学の複数クラス、選択必修枠の複数クラスなどが該当する。ただし、PC教室やCALL教室の数には限りがあるので、ハード制約 **H3**：式 (2.17) が優先されることに注意されたい。

複数クラスにする科目は、履修者数が多いためであり、各クラスに定員が設けられていることが多い。事前登録（文教大学では予備登録とよぶ）をし、定員を超えたクラスは抽選が行われるが、同一曜日時限に別クラスが配置されていれば、抽選に洩れた学生が空いている別クラスがあれば履修申請できるためである。文教大学湘南校舎では、複数クラスのある科目を履修申請する時には「科目」に対して履修申請するのではなく、個々の「クラス」に対して履修申請することになっている。事前登録の場合も同様であるため、「クラス単位で抽選がなされる」ので、同じ科目なのに「落選者が出る」クラスと定員内でおさまり「空きが出る」クラスとがある。かつ、（科目・クラスと教員が事前に対対応されているため）これらのクラスが別時限に配置されていたりするのである。よってこのような問題が起こる。複数クラスがある場合には同一曜日時限に配置することが前提の大学では、思いもよらない状況・問題であろう。この予備登録に関連する抽選方法、状況の分析、改善案については [10] を参照されたい。

### 2.3.4 文教ソフト制約

汎用的なソフト制約には含まれないが、文教大学湘南校舎では必要となる制約 **BS1**~**BS3** を示す。ソフト制約と同様、ペナルティ用の変数 ( $c_p^4, c_p^5, c^6$ ) を導入した制約を使い、ペナルティ変数を目的関数に付加してペナルティ最小化を目指す。

**BS1: 教員希望** 常勤教員の担当科目は、出校日3日以内でなるべく均等に配置する

$$\sum_{i \in I^p} \sum_{h \in H} x_{ikh} \leq c_p^4 \quad (\forall p \in P_1, \forall k) \quad (2.34)$$

**BS2: 教員希望** 非常勤教員の担当科目は、なるべく一日にまとめるよう配置する（出校日数をなるべく減らす）

$$\sum_{k \in K} y_{pk} \leq c_p^5 \quad (\forall p \in P_2) \quad (2.35)$$

**BS3: 時限希望** 5時限目にはなるべく科目を配置しない

$$\sum_{i \in I} x_{ik5} \leq c^6 \quad (\forall k) \quad (2.36)$$

**BS1**について、文教大学の1回の講義は90分のため、4時限実施すると360分（=6時間）となり、体力的・精神的に実施不可能である。無理に実行すると授業の質が落ちる。従って、一教員が1

日に担当する科目数は3以下が望ましい。これを直接制約としても良いが、私立大学で1教員の担当科目数が多いため、実行不能となる可能性が高い。故にソフト制約としてある。

**BS2**について、多くの科目を担当している非常勤教員によっては、一日ではなく複数日に配置されることを望む場合もあるので、出校日内で均等配置（常勤教員と同じ扱い）とする

**BS3**は、ソフト制約 **S1** の式 (2.31)、および **S2** の式 (2.32) と競合することに注意されたい。文教大学は、越谷校舎に教育学部が設置されていることもあり、湘南校舎においても各学部学科で教職免許を取得可能である。しかし、教職を申請する学生は一部に限られること、教職を取るための科目<sup>19</sup>は卒業要件単位にならないことなどの理由もあって、教職を取る学生だけが履修する科目は5時限目（場合によっては6時限目や土曜日）に割り当てられることが多い。そのため、各学部学科の卒業要件となる通常の専門科目は5時限目になるべく配置しないように配慮されている。科目の時間割配置を考える際は、これら教科の科目は別にして、後で独立に考え配置することが多い。

## 2.4 モデルで用いる目的関数

最適化モデルに用いる目的関数は次の通りに設定する。目的関数は、前節までに提示したソフト制約 **S1**~**S3**・文教ソフト制約 **BS1**~**BS3** の各ペナルティ変数  $c^1, \dots, c^6$  に加えて、教員の出校希望日に関するペナルティ変数  $c_p^0$  を付加する。教員  $p$  の出校日ベクトル  $e_p = (e_{pk}) (\forall k \in K)$  を、

$$e_{pk} = \begin{cases} 1 & \cdots \text{常勤教員の出校希望日, 非常勤教員の出校可能日} \\ 5 & \cdots \text{常勤教員が出校希望しない日} \\ 999 & \cdots \text{非常勤教員の出校不可日} \end{cases} \quad (2.37)$$

とする。例えば、月・水・木の3日間を希望する常勤教員は  $e_p = (1, 5, 1, 1, 5)$ 、火・水のみ出校可能な非常勤教員は  $e_p = (999, 1, 1, 999, 999)$  となる。このとき、ペナルティ  $c_p^0$  を

$$c_p^0 = \sum_{k \in K} e_{pk} y_{pk} \quad (\forall p \in P) \quad (2.38)$$

とする。この  $c_p^0$  と、前節のソフト制約、文教ソフト制約に課される6種のペナルティ変数  $c^1, \dots, c^6$  に対し、重み  $w_0, \dots, w_6$  を付した加重和を目的関数として設定し、最小化する。

$$\min. w_0 \sum_{p \in P} c_p^0 + w_1 c^1 + w_2 \sum_j c_j^2 + w_3 \sum_j c_j^3 + w_4 \sum_{p \in P_1} c_p^4 + w_5 \sum_{p \in P_2} c_p^5 + w_6 c^6 \quad (2.39)$$

以上、式 (2.13)~(2.36) の制約のもとで、目的関数 (2.39) を最小化する、 $\{0, 1\}$ -整数計画法による定式化が、時間割配置問題を解くために本研究で提示する最適化モデルとなる。

## 2.5 データの整え方

時間割に関する先行研究全般にみられることだが、変数をどのように設定しどのように定式化したか、どんな目的関数を使ったか、などは言及されるが、どのようにデータを整えたかについて語

<sup>19</sup>教育学に関係する科目のことであり、専門科目と共通の教科のための科目は除く

## 湘南フォーラム No.20

られることはないようである。大学毎に微妙に実情や制約が異なる場合、データをどのように設定・作成・整理したかは、自大学・自学部の時間割作成に利用・適用をする上で非常に重要となるので、ここで述べておきたい。

基本となるデータは、科目データと教員データの2種類作成する。また、付随して各種ハード・ソフト制約用に4種類の科目群（科目集合）データを要する。従って、全部で6種類のデータを用意することになる。データは全てExcelで整え、プログラム入力用に6つのcsvファイルに分けて用いる。

まずはじめに、文教大学では、事前に科目と教員が1対1対応される（全科目の担当教員がまず決まる）。文教大学の全科目には、履修登録管理システム上、『科目コード』と『授業コード』の2種類のコードが付随する。授業コードは、科目コードにクラスを表すアルファベット（A,B,C,...）を付加したものであり、1クラスしかない場合でもAが付加される。従って、同一科目コードをもつ複数の科目（同一名称の複数クラス等）が存在する（一対多対応している）が、科目と授業コードは一対一対応している。この『授業コード』を科目idとして使う。また、全教員に固有idが割り当てられているので、それを教員idとして用いる<sup>20</sup>。

文教大学では、教員と科目との対応について、A表/B表という2種類の表をつくる。この対応が決定した後、科目データは表2の通りに整える

表 2: 科目データ

科目 id	月					火					水					木					金					数
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
91101	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1
91102	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
91103	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
91104	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
21524	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
11302	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	3
11303	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
11304	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
...	...					...					...					...										

全ての科目について、5曜日×5時限の25配置に対する0,1の値を設定する。値1はその曜日時限に実施可能（配置可能）で、0は実施不可（配置不可）を意味する。全ての科目について、原則は全て1であるが、必修科目で配置する曜日時限が既に決定している場合や、非常勤担当科目で実施曜日時限が確定している場合などは、そののみ1となる（例えば、表2の科目id=11303は水曜1限に実施が決定しているので、水1を1とし残りは全て0と設定する、など）。

また、必修科目の配置が確定している場合、同一学科同一学年の他の科目はその曜日時限には置けないので、0となる（例えば、表2で科目id=11302は、必修科目11303と11304の配置が確定している水曜1,2限を0とする、など）。最後の数値「数」は、1,2,3のいずれかを入れる。1は一週間に1回（1時限）授業を行う科目であることを意味し、2は一週間に2回実施する科目、3は2時限連

<sup>20</sup>ただし、本論文のデータにおいては別の通し番号を付与して示してある

続授業を示す<sup>21</sup>。

2つ目として準備する教員データは、表3のように整える。

表 3: 教員データ

教員 id	常勤/ 非常勤	希望出校日					数	担当科目					
		月	火	水	木	金		id					
3	1	5	5	1	1	1	1	92104					
11	1	5	1	1	1	5	1	21518					
14	1	1	5	1	1	5	2	91102	21303				
20	1	5	5	1	1	1	3	21304	21511	21711			
21	1	5	1	1	5	1	4	25306	25307	25308	25502		
26	1	5	5	1	1	1	1	94309					
30	1	5	1	1	5	1	1	92101					
32	1	5	5	1	1	1	5	92102	25116	25120	25124	25301	
35	1	1	5	1	1	5	5	21301	21308	21520	21521	21522	
39	1	1	1	5	1	5	1	92106					
...	...	...					...	...					
201	2	1	1	1	1	999	2	11106	11317				
202	2	999	999	1	999	999	3	11303	11304	11305			
203	2	999	999	999	999	1	1	21525					
205	2	999	999	1	999	999	1	11331					
...	...	...					...	...					

各教員に対して、まず常勤/非常勤の区分（常勤=1，非常勤=2）がある。次に希望出校曜日に対する設定（出校可=1，出校日にしたくない曜日=5，出校不可=999）で、この値は目的関数で対応する変数に対するペナルティ値となる。原則として、常勤教員に出校不可はなく、非常勤のみ出校不可曜日設定がある。なお、文教大学では、教員と科目の対応が出来た後で、全教員に出校希望調査を行っている。常勤教員は、水曜日を含め、3曜日以上を出校可能曜日として申請する。4曜日可や、5曜日全て可と申請してもよい<sup>22</sup>。

前記2種の基本データに加えて、ハード・ソフト制約、文教ハード・文教ソフト制約として必要な、同一曜日時限に「必ず実施する」「なるべく実施する」科目群のデータと、同一曜日時限に「絶対に実施しない」「なるべく実施しない」科目群の情報がある。それぞれ、表4, 5, 6, 7に整え方を示す。

例えば、科目 id=11102~11105 の4科目を同一曜日時限に配置する場合は、表4のように、2科目ずつ設定する。表中の例のように、全2科目の組合せを書くのでは無く、順に対応させて記述する。

<sup>21</sup>文教大学では、現状一週間に3回（3時限分）実施する授業はないため、このように設定した。工学部等、実習で3回以上実施する科目がある場合には、数値の設定方法を改める必要がある

<sup>22</sup>非常勤教員の場合、時限についても不可時限がある場合がある。他大学・企業等に本業があり、遠くから来校する教員などである。その場合は、科目データの設定で、その教員が担当する科目の対応する時限に0の設定をする（表2の設定について参照のこと）。例えば、1時限目は不可の場合、全曜日の1時限目に対応する値を0とする。なお、出校不可曜日についても、同様に科目データの対応曜日の設定を0としてもよい（求解上はそのような設定の方が解きやすくなるが、実行不可能となる可能性が高くなる）

表 4: ハード制約・文教ハード制約 1: 絶対に同一曜日時限に配置する科目群

id <sub>1</sub>	id <sub>2</sub>
11102	11103
11103	11104
11104	11105
...	...

表 5: ハード制約・文教ハード制約 2: 絶対に同一曜日時限に配置しない科目群

数	id <sub>1</sub>	id <sub>2</sub>	id <sub>3</sub>	id <sub>4</sub>	id <sub>5</sub>	id <sub>6</sub>	id <sub>7</sub>	id <sub>8</sub>
1	91101	11101	11102					
1	11301	11302	11303	11304	11305			
4	15101	15102	15103	15104	15105	15106	15107	15108
3	93104	93115	93116	93117	93118	93119	93120	93121
2	11302	11309	11310	11323	11325			
1	21309	21523	11113	11114	21531			
1	11101	21101						
1	11101	21102						
...	...							

表 5 の「数」は同一曜日時限に配置できる科目群の上限値を表し、右に対象となる科目群集合を列記する。例えば、1 行目の 3 科目 (91101, 11101, 11102) は、同一曜日時限に 1 科目のみ配置可であり、3 行目の 8 科目 (15101~15108) は、同一曜日時限に 4 科目まで配置可ということの意味する。

このデータは、カリキュラム設定上同一曜日時限に置けない科目群というだけではなく、同時に使用できる教室の上限値からくる科目群なども含む。大教室を予定している科目は、同時に 4 科目まで (大教室が 4 つだから) や、CALL 教室を使う語学科目は、同時に 5 科目まで (CALL 教室が 5 つなので)、特殊教室 (5201 など代替教室がない特別教室) を利用する科目は、同時に 1 科目のみなどである。履修予測数が 151~200 人は 5 部屋 (定員 256~456 の 5 教室)、91~150 人は 4 部屋 (定員 156~200 の 4 教室)、61~90 人は 9 部屋 (定員 90~135 の 9 教室) などが同一曜日時限に配置できる科目数の上限値目安となる。PC 教室、PC-MM 教室、PC-CALL 教室や特殊教室を利用する科目については、より厳密な上限値が設定される<sup>23</sup>。解が実行不能と出た場合には、教室に関する制約を調整する。

表 6 のデータでは、なるべく同一にしたい科目群について、2 科目毎の組合せ全てを記述する。2 科目の場合は 1 行 ( ${}_2C_1 = 1$  より)、3 科目の場合は 3 行 ( ${}_3C_2 = 3$  より)、4 科目の場合は 6 行 ( ${}_4C_2 = 6$  より) となる。例えば、11106~11108 の 3 科目をなるべく同一曜日時限にしたい場合、2 科目毎の全ての組合せについて記述する (表 6 中の最初の 3 行) ことになり、91101~91104 の 4 科目をなるべく同一曜日時限にしたい場合、表 6 中の 4~9 行目のように記述する。

<sup>23</sup>文教大学では、PC 教室、PC-CALL 教室等、PC を利用する科目については、PC の台数による上限を明確に定め、履修前に抽選を行う「予備登録制度」があるため、時間割り作成時に明確な履修数上限値が設定できるからである。予備登録制度の実体と問題点に関する分析は [10] を参照されたい

表 6: ソフト制約・文教ソフト制約 1: なるべく同一曜日時限に配置したい科目群

id <sub>1</sub>	id <sub>2</sub>
11106	11107
11107	11108
11108	11106
91101	91102
91101	91103
91101	91104
91102	91103
91102	91104
91103	91104
...	...

この記述の仕方は、ハード制約・文教ハード制約の「絶対に同一曜日時限に配置する科目群」のデータ（表 4）とは記述の仕方が異なることに注意されたい。

表 7: ソフト制約・文教ソフト制約 2: なるべく同一曜日時限に配置したくない科目群

区分	id <sub>1</sub>	id <sub>2</sub>	id <sub>3</sub>	id <sub>4</sub>	id <sub>5</sub>	id <sub>6</sub>	id <sub>7</sub>	id <sub>8</sub>	...
11	11106	11107	11108	11109	11110	11111	11112	11113	...
12	21101	21102							
31	11308	11309	11310	11311	11312	11313	11314	11315	...
32	21303	21304	21305	21306	21307	21308	21309		
52	21518	21519	21520	21521	21522	21523	21524	21525	...
200	11111	11311	11323	21518					
150	11101	11116	11308	11313	11314	11316	11320	11327	...
90	11110	11112	11310	11310	11325	11330	11331	21519	...
...	...								

表 7 中の「区分」は、どのような趣旨でなるべく同一曜日時限に配置したくないかを意味した記号であり、数値を計算に使うわけではないので自由に設定して良い。ここでは、11 を第 1 セメスターの標準履修年次 1 年の科目、52 を第 5 セメスターの標準履修年次 2 年の科目などとしてある。また、200 は予想履修人数が 151~200 人の科目群、150 は 91~150 人の科目群、90 は 61~90 人の科目群を意味する。

教室に関する制約は、表 5 で「絶対に同一曜日時限に実施できない」科目群で、上限のある制約としてハード制約となっているが、それらハード制約を満たした上で、「なるべく分散して配置させたい」という欲求のために、ソフト制約にも記述するものであることに注意されたい。

なお、6 種全ての csv ファイルは、表中の項目名は付けず、データのみで作成する。

### 3 結果

前節で提示した最適化モデルを python で記述し、MIP ソルバー gurobi 5.6.3 で求解した。計算機環境は、CPU Intel(R) Core(TM) i7 [2.93GHz], 4GB メモリ, OS : Windows7 である。2014 年度時点で 2015 年度実施科目を想定し、春学期と秋学期それぞれについて求解した。求解に要した時間はどちらも数秒で、それぞれ実行可能解を得ることが出来た（初期の設定でどちらも実行不能とはならなかった）。また、目的関数の重みは全て 1 としてある。

問題サイズは、春学期は、科目数 236, 教員数 89（常勤 40, 非常勤 49）であり、秋学期は、科目数 247, 教員数 92（常勤 41, 非常勤 51）である。はじめに述べたとおり、この問題サイズは、1 学部全学年分の規模である<sup>24</sup>。

最適解の表示は、確認がしやすいよう javascript を使いブラウザで表示できるように設計した。script は、最適化計算の入力用 2 種類の主要なデータ、科目データ（表 2）と教員データ（表 3）、および最適解のデータを用いて表示している。

スクリプトで表示する全ての図において、背景桃色が春学期、背景黄土色が秋学期の結果を示す。メニューにより、学部毎の表示、教員毎の表示、科目区分（必修・選択必修・選択）毎の表示、セメスター毎の表示、教室毎の表示ができるようにしてある。

図 1, 2 が、それぞれ春学期・秋学期の対象全科目のうち、経営学部経営学科に関する科目の時間割配置結果である。図中、科目名の色は、赤系が必修科目、青系が選択必修科目、緑系が選択科目であり、それぞれ濃淡で 6 色表示されており、濃い方が学部学科専門科目、薄い方が共通教養系の科目を意味する。

---

<sup>24</sup>正確には、2 学部 2 学科（情報学部経営情報学科 1-4 年次科目、および経営学部経営学科 1-2 年次科目、いずれも語学 [英語] を含む）、と 3 学部（情報・国際・経営）共通の共通教育科目である

時限	月	火	水	木	金
1限	データ処理Ⅰ[久保田 幸子] 経営管理論[坪井 順一] ファイナンス[鈴木 誠] 数学基礎[松田 義行]	企業会計[志村 正] 人間尊重と経営[榎橋 博] スクジューリング[根本 俊男] 人間関係論[榎井 俊] 社会学入門[上谷 香晴] 経済学入門[杉山 富士雄] 情報倫理とモラル[櫻村 明生]	社会人基礎力演習[宮口 直人] 社会人基礎力演習[山口 正人] スポーツ・健康演習[小林 勝法]	統計の発見[中條 安芸子] 経営管理論[坪井 順一] 公共経済学入門[行方 久生] 近現代史基礎[奥田 孝晴] 心理学[渡辺 利夫] スポーツ・健康演習[小林 勝法]	問題解決法入門[増田 敬介] 経営組織論[石塚 浩] 統計データの扱い方[中條 安芸子] スポーツ・健康演習[山内 賢]
2限	データ処理Ⅰ[鈴木 誠] ビジネスと法A[山本 眞一郎] 哲学[山崎 裕子]	知へのナビゲーション[山崎 佳幸] 知へのナビゲーション[石塚 浩] 知へのナビゲーション[櫻村 仁] 知へのナビゲーション[榎橋 博] NPO・ボランティアの理論[林 薫] 公共思想論[行方 久生] スポーツ・健康演習[白井 巧] 現代社会のエネルギー論[大竹 裕之]	プレゼンテーション[中條 安芸子] 社会人基礎力演習[宮口 直人] 社会人基礎力演習[山口 正人] スポーツ・健康演習[小林 勝法]	経済学的基础[行方 久生] 英語ⅡA(経営)[杉山 晴穂] 英語ⅡA(経営)[平澤 晴美] 英語ⅡA(経営)[柳田 恵美子] キャリア形成基礎[新井 立夫] キャリア形成基礎[石井 俊明] キャリア形成基礎[山口 一馬] キャリア形成基礎[那須 幸雄] 数学基礎[奥藤 博] 経営学入門[坪井 順一]	問題解決法入門[増田 敬介] アカデミック・リテラシー[中條 安芸子] 自然科学基礎[中野 泰] 美術[久保村 里子] スポーツ・健康演習[高木 聡子] メディア論[高井 信]
3限	マーケティング戦略[金 必中]	データ処理Ⅰ[田鍋 聡史] 経営学特論A[山崎 佳幸] 公共経済論[梅村 仁] 法学入門[金井 豊里可] 技術と人間[大竹 裕之] 現代社会のジェンダー論[上谷 香晴]	コンピュータ基礎演習[日向 宏一] 社会人基礎力演習[宮口 直人] 地理学基礎[澤内 隆] 音楽[藤田 浩司] スポーツ科学[上田 大] スポーツ・健康演習[岸原 健太郎] 宗教学入門[津曲 真一]	企業と市場の経済(ミクロ経済)[鈴木 誠] 情報化戦略[榎橋 博] 英語ⅡA(経営)[遠山 道子] 英語ⅡA(経営)[村山 晴穂] 英語ⅡA(経営)[平澤 晴美] 英語ⅡA(経営)[柳田 恵美子] 倫理学[山崎 裕子] 心理学[渡辺 利夫] 生態系と人間[青山 真弓]	英語ⅢB(経営)[遠山 道子] 英語ⅢB(経営)[前崎西 一馬] 英語ⅢB(経営)[江連 成美] スポーツ・健康演習[山内 賢]
4限	人間と経営学[坪井 順一] データベース作成[久保田 幸子] 財務会計論[石田 晴美] スポーツ・健康演習[天野 聡]	国と国の経済(マクロ経済)[行方 久生] 問題解決法[増田 敬介] 人間関係論[榎井 俊] スポーツ・健康演習[白井 巧] 情報社会学[藤村 明生] 教養思考の活かし方[田鍋 聡史] 生命科学[鈴木 秀和]	情報発信ツール活用演習[日向 宏一] 公共経済演習A[澤田 敬成] 地理学基礎[澤内 隆] スポーツ・健康演習[岸原 健太郎] 現代社会の栄誉論[岩井 達]	基礎簿記演習[大場 智子] 英語ⅠA(経営)[遠山 道子] 英語ⅠA(経営)[村山 晴穂] 英語ⅠA(経営)[平澤 晴美] 英語ⅠA(経営)[柳田 恵美子] 日本語表現基礎[ハンクス 裕恵] 文化人類学[渡邊 鏡子] 論理学[須藤 和夫] 文学[小林 千華] 心理学[渡辺 利夫] スポーツ・健康演習[小林 勝法]	経営戦略論[石塚 浩] 財務会計論[石田 晴美] 英語ⅠB(経営)[遠山 道子] 英語ⅠB(経営)[前崎西 一馬] 英語ⅠB(経営)[江連 成美] 英語ⅠB(経営)[畑中 杏美] スポーツ・健康演習[高木 聡子] 政治学入門[高原 辰夫]
5限	ビジネスと法A[山本 眞一郎] マーケティング[金 必中] スポーツ・健康演習[天野 聡]	データ処理Ⅱ[増田 敬介] 原簿計算Ⅰ[志村 正] 日本国憲法[金井 豊里可]	経営基礎数学[牧野 倫子] 社会心理学[小林 麻衣]	基礎簿記演習[大場 智子] スポーツ・健康演習[小林 勝法]	英語ⅠB(経営)[遠山 道子] 英語ⅠB(経営)[前崎西 一馬] 英語ⅠB(経営)[江連 成美] 英語ⅠB(経営)[畑中 杏美]

図 1: 2015 春学期 時間割

時限	月	火	水	木	金
1限	プレゼンテーション[梅村 仁] マーケティング[金 必中] 問題解決法入門[増田 敬介] 企業と市場の経済(ミクロ経済)[鈴木 誠] ビジネスと法A[山本 眞一郎] 財務諸表分析演習[白田 佳子]	アカデミック・リテラシー[行方 久生] アカデミック・リテラシー[内藤 太一] 社会人基礎力演習[梅村 仁] 数学基礎[松田 義行] スポーツ・健康演習[小林 勝法] 法学入門[金井 豊里可] 生命科学[鈴木 秀和]	キャリアコンサルティング[萬年山 啓] プログラミング[村上 啓介] 政策科学[山本 芳明] 社会学入門[上谷 香晴] 法学入門[藤藤 功高] 現代社会の栄誉論[岩井 達]	プレゼンテーション[中條 安芸子] データベース作成[久保田 幸子] 情報技術演習B[榎橋 博] キャリア形成基礎[栗山 建郎] 日本語表現基礎[未定B] 心理学[渡辺 利夫]	企業会計[白田 佳子] 統計の発見[中條 安芸子] 行政学[伊藤 一雄] ビジネスと法B[山本 眞一郎] 原簿計算Ⅱ[志村 正] 行政学演習[石田 晴美] キャリア形成基礎[那須 幸雄] 社会学入門[岩本 純] 経済学入門[杉山 富士雄]
2限	経営管理論[坪井 順一] 公共経済入門[梅村 仁] データ処理Ⅱ[増田 敬介] スポーツ・健康演習[天野 聡]	基礎簿記演習[志村 正] 基礎簿記演習[石田 晴美] ネットワークモデル分析[根本 俊男] 消費者行動論[浅川 雅美] スポーツ・健康演習[小林 勝法] 情報社会学[藤村 明生] 技術と人間[大竹 裕之]	統計の分析と利用[牧野 倫子] シミュレーションモデル分析A[山本 芳明] キャリア形成基礎[根本 一貴] 倫理学[山崎 裕子] 音楽[藤田 浩司]	経営管理論[坪井 順一] データベース作成[久保田 幸子] 英語ⅢA(経営)[遠山 道子] 英語ⅢA(経営)[柳田 恵美子] 英語ⅢA(経営)[平澤 晴美] キャリア形成基礎[中條 安芸子] 心理学[須藤 和夫] 文学[久保村 里子] 心理学[渡辺 利夫]	基礎簿記演習[志村 正] 基礎簿記演習[石田 晴美] 英語ⅢB(経営)[遠山 道子] ネットワークモデル分析[根本 俊男] 職業・キャリア指導[新井 立夫] 自然科学基礎[中野 泰] 美術[久保村 里子] スポーツ・健康演習[高木 聡子]
3限	基礎簿記演習[新井 立夫] 知の探究[金 必中] 知の探究[山本 眞一郎] 知の探究[坪井 順一] 知の探究[梅村 仁] 哲学[山崎 裕子]	アカデミック・リテラシー[内藤 太一] 基礎簿記演習[石田 晴美] 経営戦略論[石塚 浩] 経営学特論B[梅村 仁] 公共経済学[行方 久生] 中級簿記[新井 一夫] 日本国憲法[飯野 守] 人間関係論[榎井 俊] スポーツ科学[小林 勝法] 情報倫理とモラル[櫻村 明生] 教養思考の活かし方[田鍋 聡史]	情報発信ツール活用演習[日向 宏一] 公共経済演習B[赤木 孝之] 近現代史基礎[奥田 孝晴] スポーツ・健康演習[根本 達哉] 経済学入門[杉山 富士雄] 現代社会のジェンダー論[上谷 香晴]	情報技術演習A[榎橋 博] 日本経済論[鈴木 裕] 英語ⅡA(経営)[遠山 道子] 英語ⅡA(経営)[柳田 恵美子] 英語ⅡA(経営)[村山 晴穂] 英語ⅡA(経営)[平澤 晴美] 経営学入門[坪井 順一] メディア論[高井 信] 生態系と人間[青山 真弓] 現代社会のエネルギー論[藤井 美文]	基礎簿記演習[新井 立夫] 基礎簿記演習[石田 晴美] 英語ⅡB(経営)[遠山 道子] 英語ⅡB(経営)[前崎西 一馬] 英語ⅡB(経営)[江連 成美] スポーツ・健康演習[高木 聡子]
4限	アカデミック・リテラシー[足立 茂] 財務会計論[白田 佳子] 文化人類学[渡邊 鏡子] スポーツ・健康演習[天野 聡] 経営学入門[坪井 順一]	データ処理Ⅰ[田鍋 聡史] プレゼンテーション[梅村 仁] 知の探究[行方 久生] 知の探究[根本 俊男] 知の探究[山崎 佳幸] 知の探究[志村 正] 知の探究[石田 晴美]	生産システム[村上 啓介] 地理学基礎[澤内 隆] 音楽[藤田 浩司] スポーツ・健康演習[根本 達哉] 宗教学入門[津曲 真一]	マーケティング戦略[金 必中] 多変量の統計データ解析[鈴木 誠] 英語ⅡA(経営)[遠山 道子] 英語ⅡA(経営)[柳田 恵美子] 英語ⅡA(経営)[村山 晴穂] 英語ⅡA(経営)[平澤 晴美]	財務会計論[白田 佳子] 統計データの扱い方[中條 安芸子] 英語ⅡB(経営)[遠山 道子] 英語ⅡB(経営)[畑中 杏美] 英語ⅡB(経営)[前崎西 一馬] 英語ⅡB(経営)[江連 成美] 経営学入門[那須 一貴] 政治学入門[高原 辰夫]
5限	アカデミック・リテラシー[足立 茂]			人間と経営学[坪井 順一]	英語ⅡB(経営)[遠山 道子] 英語ⅡB(経営)[畑中 杏美] 英語ⅡB(経営)[前崎西 一馬] 英語ⅡB(経営)[江連 成美]

図 2: 2015 秋学期 時間割

湘南フォーラム No.20

春学期（図1），秋学期（図2）の解ともに，各曜日時限になるべく均等配置（ソフト制約 S1）しつつ，5時限目になるべく配置しない（文教ソフト制約 BS3）という目的に上手く沿っている解が得られていることが見てとれる。

常勤教員と非常勤教員を選択表示した場合の例を図3, 4に示す。

**時間割（春）**

経営: 経営 ▼ 堀田 敬介 [経営: 経営] ▼ 区分選択 ▼ セメスター選択 ▼ 特殊教室選択 ▼

時限	月	火	水	木	金
1限			卒業研究		問題解決技法入門
2限			ゼミナール I		問題解決技法入門
3限					
4限		問題発見技法			
5限		データ処理 II			

図 3: 2015 春学期 常勤教員

時限	月	火	水	木	金
1限					
2限					
3限		データ処理 I			
4限		教理思考の活かし方			
5限					

図 4: 2015 春学期 非常勤教員

図3, 4において，曜日時限内の背景色が白色は，教員が希望する出校日を示し，グレーは出校を望まない曜日（標準的には出校希望曜日が3日間で望まない日が2日となる），背景赤色は，非常勤教員の出校不可能曜日を意味する．それぞれ，制約が守られた解であることがわかる．今回の結果では，春学期・秋学期共に，非常勤教員の出校不可能曜日，常勤教員の出校希望曜日（文教ハード制約 BH3 および目的関数の式 (2.38)）が全てかなっている解が得られた。

次に，科目区分毎に表示した例を，図5～7に示す．図5が必修科目（濃赤＝専門科目，薄赤＝共通教育科目），図6が選択必修科目（濃緑＝専門科目，薄緑＝共通教育科目），図7が選択科目（濃青＝専門科目，薄青＝共通教育科目）である。

それぞれ，同一科目の複数クラスを同一曜日時限に配置，均等配置などが上手く出来ている様子がわかる。

次に，学年毎に表示した例を図8～10に示す．図8が標準履修年次1年科目，図9が標準履修年次2年科目，図10が標準履修年次3年科目である。

図8～10それぞれ，学年毎に均等化されている様子がみてとれる。

さいごに，図11～15で，教室利用に関する結果を見る。

時限	月	火	水	木	金
1限			社会人基礎力演習[宮口 直人] 社会人基礎力演習[山口 正人]		
2限		知へのナビゲーション[山崎 佳季] 知へのナビゲーション[石塚 浩] 知へのナビゲーション[梅村 仁] 知へのナビゲーション[榎藤 博]	社会人基礎力演習[宮口 直人] 社会人基礎力演習[山口 正人] ゼミナールⅠ[金 必中] ゼミナールⅠ[行方 久生] ゼミナールⅠ[根本 俊男] ゼミナールⅠ[山本 顕一郎] ゼミナールⅠ[山崎 佳季] ゼミナールⅠ[志村 正] ゼミナールⅠ[新井 立夫] ゼミナールⅠ[石塚 浩] ゼミナールⅠ[石田 晴美] ゼミナールⅠ[浅川 雅美] ゼミナールⅠ[竹田 仁] ゼミナールⅠ[坪井 順一] ゼミナールⅠ[梅村 仁] ゼミナールⅠ[新任B] ゼミナールⅠ[榎藤 博] ゼミナールⅠ[堀田 敬介] ゼミナールⅠ[鈴木 誠]	英語ⅢA(経営)[村山 晴穂] 英語ⅢA(経営)[平澤 晴美] 英語ⅢA(経営)[柳田 恵美子] キャリア形成基礎[新井 立夫] キャリア形成基礎[石井 信明] キャリア形成基礎[山口 一美] キャリア形成基礎[那須 幸雄]	アカデミック・リテラシー[中條 安斐子]
3限			社会人基礎力演習[宮口 直人] 基礎演習C[岩本 純]	英語ⅠA(経営)[遠山 遼子] 英語ⅠA(経営)[村山 晴穂] 英語ⅠA(経営)[平澤 晴美] 英語ⅠA(経営)[柳田 恵美子]	英語ⅢB(経営)[遠山 遼子] 英語ⅢB(経営)[前崎西 一馬] 英語ⅢB(経営)[江連 成美]
4限	人間と経営学[坪井 順一]			基礎簿記演習[大場 智子] 英語ⅠA(経営)[遠山 遼子] 英語ⅠA(経営)[村山 晴穂] 英語ⅠA(経営)[平澤 晴美] 英語ⅠA(経営)[柳田 恵美子]	英語ⅠB(経営)[遠山 遼子] 英語ⅠB(経営)[前崎西 一馬] 英語ⅠB(経営)[江連 成美] 英語ⅠB(経営)[畑中 杏美]
5限				基礎簿記演習[大場 智子]	英語ⅠB(経営)[遠山 遼子] 英語ⅠB(経営)[前崎西 一馬] 英語ⅠB(経営)[江連 成美] 英語ⅠB(経営)[畑中 杏美]

図 5: 2015 春学期 必修科目

時限	月	火	水	木	金
1限	データ処理Ⅰ[久保田 幸子] 経営管理論[坪井 順一] 情報英語C[笠見 直子] 情報英語D[前田 秀夫] 数学基礎[松田 崇行]	企業会計[志村 正] 人間尊重と経営[榎藤 博] 英語ⅠA(経営情報)[江連 敏和] 英語ⅠA(経営情報)[高橋 則雄] 英語ⅠA(経営情報)[山本 由布子] 情報英語B[植島 一人] 情報英語B[村山 康雄] 人間関係論[榎井 俊] 社会学入門[上谷 善徳] 経済学入門[杉山 嘉士雄] 情報倫理とモラル[梅村 明生]	卒業研究[金 必中] 卒業研究[行方 久生] 卒業研究[根本 俊男] 卒業研究[山崎 佳季] 卒業研究[志村 正] 卒業研究[新井 立夫] 卒業研究[石塚 浩] 卒業研究[石田 晴美] 卒業研究[浅川 雅美] 卒業研究[竹田 仁] 卒業研究[中條 安斐子] 卒業研究[坪井 順一] 卒業研究[梅村 仁] 卒業研究[榎藤 博] 卒業研究[堀田 敬介] 卒業研究[鈴木 誠] スポーツ・健康演習[小林 勝法]	統計の見方[中條 安斐子] 経営管理論[坪井 順一] 公共経済入門[行方 久生] 情報英語A[遠藤 知子] 近現代史基礎[奥田 幸晴] 心理学[渡辺 利夫] スポーツ・健康演習[小林 勝法]	問題解決技法入門[堀田 敬介] 経営概論[石塚 浩] 英語ⅠB(経営情報)[江連 敏和] 英語ⅠB(経営情報)[高橋 則雄] 英語ⅠB(経営情報)[笠見 直子] 英語ⅠB(経営情報)[ハンクス 祥恵] 自然科学基礎[中野 奈] 芸術[久保村 雄正] スポーツ・健康演習[高木 聡子] メディア論[坪井 順一]
2限	データ処理Ⅰ[鈴木 誠] 情報英語D[笠見 直子] 哲学[山崎 祐子]	情報英語A[遠藤 知子] 情報英語B[村山 康雄] 情報英語C[高橋 則雄] スポーツ・健康演習[西井 巧] 現代社会のエネルギー論[大竹 祐之]	プレゼンテーション[中條 安斐子] スポーツ・健康演習[小林 勝法]	経済学の基礎[行方 久生] テクニカルライティング[松野 伸] 英語ⅡA(経営情報)再履[ハンクス 祥恵] 情報英語A[遠藤 知子] 数学基礎[榎藤 博] 経営学入門[坪井 順一]	問題解決技法入門[堀田 敬介] 英語ⅠB(経営情報)[江連 敏和] 英語ⅠB(経営情報)[高橋 則雄] 英語ⅠB(経営情報)[笠見 直子] 英語ⅠB(経営情報)[ハンクス 祥恵] 自然科学基礎[中野 奈] 芸術[久保村 雄正] スポーツ・健康演習[高木 聡子] メディア論[坪井 順一]
3限	情報英語C[小畑 次郎] 情報英語D[笠見 直子]	データ処理Ⅰ[田淵 聡史] 英語ⅠA(経営情報)[江連 敏和] 英語ⅠA(経営情報)[高橋 則雄] 英語ⅠA(経営情報)[山本 由布子] 英語ⅠA(経営情報)[遠藤 知子] 情報英語B[植島 一人] 法学入門[金井 恵里可] 技術と人間[大竹 祐之] 現代社会のジェンダー論[上谷 善徳]	心理学基礎[澤内 隆] 音楽[藤田 浩司] スポーツ科学[上田 大] スポーツ・健康演習[柴原 健太郎] 卒業研究[中條 安斐子]	論理学[山崎 祐子] 心理学[渡辺 利夫] 生態系と人間[青山 真弓]	経営情報演習A[新任B] 経営情報演習A[石塚 浩] 経営情報演習A[根本 俊男] 英語ⅠB(経営情報)[江連 敏和] 英語ⅠB(経営情報)[高橋 則雄] 英語ⅠB(経営情報)[笠見 直子] 英語ⅠB(経営情報)[ハンクス 祥恵] スポーツ・健康演習[山内 藍]
4限	スポーツ・健康演習[天野 聡]	英語ⅠA(経営情報)[江連 敏和] 英語ⅠA(経営情報)[高橋 則雄] 英語ⅠA(経営情報)[山本 由布子] 英語ⅠA(経営情報)[遠藤 知子] 人間関係論[榎井 俊] スポーツ・健康演習[西井 巧] 情報社会論[藤村 明生] 新進記者の活かし方[田淵 聡史] 生命科学[鈴木 秀和]	心理学基礎[澤内 隆] スポーツ・健康演習[柴原 健太郎] 現代社会の宗義論[吉井 達]	テクニカルライティング[松野 伸] 日本語表現基礎[ハンクス 祥恵] 文化人紹介[遠藤 知子] 論理学[柴原 和夫] 心理学[渡辺 利夫] 心理学[渡辺 利夫] スポーツ・健康演習[小林 勝法]	経営概論[石塚 浩] 英語ⅡB(経営情報)再履[江連 敏和] 日本語表現基礎[田淵 聡史] スポーツ・健康演習[高木 聡子] 政治学入門[宮原 辰夫]
5限	ビジネスと法A[山本 顕一郎] マーケティング[金 必中] スポーツ・健康演習[天野 聡]	情報英語C[高橋 則雄] 日本国憲法[金井 恵里可]		スポーツ・健康演習[小林 勝法]	

図 6: 2015 春学期 選択必修科目

湘南フォーラム No.20

時限	月	火	水	木	金
1限	ファイナンス[鈴木 誠] 産業社会学[岩本 純]	スケジューリング[根本 俊男] 応用簿記[新井 一夫]	財務諸表分析演習[新任B]		統計データの扱い方[中條 安芸子] 連絡会計情報[新任B]
2限	ビジネスと法B[山本 顕一郎] システム分析[石井 信明]	NPO・ボランディアの理論[林 薫] 公共思想論[行方 久生] ハードウェア[榎村 明生] 最適化モデル分析[根本 俊男] 専門英語B[福島 一人]		情報科学概論[竹田 仁] マーケティング[全 必中] 金融経済基礎[鈴木 誠] 原書講読[岩本 純]	最適化モデル分析[根本 俊男] 専門英語B[福島 一人]
3限	マーケティング戦略[全 必中] 情報化社会[岩本 純]	経営学特論A[山崎 佳季] 公共経営論[梅村 仁] 組織デザイン論[石塚 浩]	コンピュータ基礎演習[日向 宏一] システム開発の経済性[眞盛 義明]	企業と市場の経済(ミクロ経済)[鈴木 誠] 情報化戦略[幡鎌 博] 情報システムと専門性[武藤 剛] 経営情報特論B[岩本 純]	
4限	データベース作成[久保田 幸子] 財務会計論[石田 晴美]	国と国の経済(マクロ経済)[行方 久生] 問題発見技法[堀田 敬介] 産業組織論 I [福田 正彦] 管理科学[村木 正昭] 専門英語A[R. ブラウン]	情報発信ツール活用演習[日向 宏一] 公共経営演習A[澤田 敏成]	マーケティング・リサーチ[全 必中] ファイナンスII[鈴木 誠]	財務会計論[石田 晴美] 情報法[山本 顕一郎] 問題解決技法[根本 忠明] 専門英語A[R. ブラウン]
5限	経営データ分析 I [鈴木 誠]	データ処理II[堀田 敬介] 原価計算I[志村 正]	経営基礎数学[牧野 倫子] 社会心理学[小林 麻衣]		

図 7: 2015 春学期 選択科目

時限	月	火	水	木	金
1限	データ処理 I [久保田 幸子] 数学基礎[松田 素行]	企業会計[志村 正] 英語 I A (経営情報)[江連 敏和] 英語 I A (経営情報)[高橋 則雄] 英語 I A (経営情報)[山本 由布子] 英語 I A (経営情報)[渡邊 知子] 人間関係論[横井 俊]	スポーツ・健康演習[小林 勝法]	統計の見方[中條 安芸子] 近現代史基礎[奥田 李晴] 心理学[渡辺 利夫] スポーツ・健康演習[小林 勝法]	問題解決技法入門[堀田 敬介] 英語 I B (経営情報)[江連 敏和] 英語 I B (経営情報)[高橋 則雄] 英語 I B (経営情報)[笠見 直子] 英語 I B (経営情報)[ハンクス 祥恵] スポーツ・健康演習[山内 賢]
2限	データ処理 I [鈴木 誠] 哲学[山崎 裕子]	知へのナビゲーション[山崎 佳季] 知へのナビゲーション[石塚 浩] 知へのナビゲーション[梅村 仁] 知へのナビゲーション[幡鎌 博] スポーツ・健康演習[白井 巧]	プレゼンテーション[中條 安芸子] スポーツ・健康演習[小林 勝法]	経済学の基礎[行方 久生] テクニカルライティング[松野 修] キャリア形成基礎[新井 立夫] キャリア形成基礎[石井 信明] キャリア形成基礎[山口 一美] キャリア形成基礎[那須 幸雄] 数学基礎[恵羅 博]	問題解決技法入門[堀田 敬介] 英語 I B (経営情報)[江連 敏和] 英語 I B (経営情報)[高橋 則雄] 英語 I B (経営情報)[笠見 直子] 英語 I B (経営情報)[ハンクス 祥恵] 自然科学基礎[中野 泰] 美術[久保田 里正] スポーツ・健康演習[高木 聡子]
3限		データ処理 I [田鎖 聡史] 英語 I A (経営情報)[江連 敏和] 英語 I A (経営情報)[高橋 則雄] 英語 I A (経営情報)[山本 由布子] 英語 I A (経営情報)[渡邊 知子]	コンピュータ基礎演習[日向 宏一] 地理学基礎[澤内 隆] 音楽[藤田 浩司] スポーツ科学[上田 大] スポーツ・健康演習[柴原 健太郎]	英語 I A (経営)[遠山 道子] 英語 I A (経営)[村山 晴穂] 英語 I A (経営)[平澤 晴美] 英語 I A (経営)[柳田 恵美子] 倫理学[山崎 裕子] 心理学[渡辺 利夫]	英語 I B (経営情報)[江連 敏和] 英語 I B (経営情報)[高橋 則雄] 英語 I B (経営情報)[笠見 直子] 英語 I B (経営情報)[ハンクス 祥恵] スポーツ・健康演習[山内 賢]
4限	人間と経営学[坪井 順一] スポーツ・健康演習[天野 聡]	英語 I A (経営情報)[江連 敏和] 英語 I A (経営情報)[高橋 則雄] 英語 I A (経営情報)[山本 由布子] 英語 I A (経営情報)[渡邊 知子] 人間関係論[横井 俊] スポーツ・健康演習[白井 巧]	情報発信ツール活用演習[日向 宏一] 地理学基礎[澤内 隆] スポーツ・健康演習[柴原 健太郎]	英語 I A (経営)[遠山 道子] 英語 I A (経営)[村山 晴穂] 英語 I A (経営)[平澤 晴美] 英語 I A (経営)[柳田 恵美子] テクニカルライティング[松野 修] 日本語表現基礎[ハンクス 祥恵] 文化人類学[渡邊 暁子] 論理学[須藤 和夫] 文学[小林 千華] 心理学[渡辺 利夫] スポーツ・健康演習[小林 勝法]	英語 I B (経営)[遠山 道子] 英語 I B (経営)[前薮西 一馬] 英語 I B (経営)[江連 成美] 英語 I B (経営)[畑中 杏美] 日本語表現基礎[田畑 則重] スポーツ・健康演習[高木 聡子]
5限	スポーツ・健康演習[天野 聡]	日本国憲法[金井 恵里可]	経営基礎数学[牧野 倫子]	スポーツ・健康演習[小林 勝法]	英語 I B (経営)[遠山 道子] 英語 I B (経営)[前薮西 一馬] 英語 I B (経営)[江連 成美] 英語 I B (経営)[畑中 杏美]

図 8: 2015 春学期 標準履修年次 1 年科目

時限	月	火	水	木	金
1限	経営管理論[坪井 順一] ファイナンス[鈴木 誠] 産業社会学[岩本 純] 情報英語C[小郷 次郎] 情報英語D[笠見 直子] 情報英語D[前田 秀夫]	人間尊重と経営[幡鎌 博] スケジューリング[根本 俊男] 情報英語B[福島 一人] 情報英語B[村山 康雄] 社会学入門[上谷 香博] 経済学入門[杉山 富士雄] 情報倫理とモラル[橋村 明生]	社会人基礎力演習[宮口 直人] 社会人基礎力演習[山口 正人]	経営管理論[坪井 順一] 公共経済入門[行方 久生] 情報英語A[渡邊 知子]	経営組織論[石塚 浩] 統計データの扱い方[中條 安芸子] 情報英語B[福島 一人]
2限	ビジネスと法B[山本 顕一郎] システム分析[石井 信明] 情報英語D[笠見 直子]	NPO・ボランティアの理論[林 薫] 公共思想論[行方 久生] ハードウェア[橋村 明生] 情報英語A[渡邊 知子] 情報英語B[村山 康雄] 情報英語C[高橋 則雄] 現代社会のエネルギー論[大竹 裕之]	社会人基礎力演習[宮口 直人] 社会人基礎力演習[山口 正人]	英語Ⅲ A (経営)[村山 晴穂] 英語Ⅲ A (経営)[平澤 晴美] 英語Ⅲ A (経営)[柳田 恵美子] 情報科学概論[竹田 仁] マーケティング[全 必中] 金融経済基礎[鈴木 誠] 英語Ⅱ A (経営情報) 再履[ハンクス 祥恵] 情報英語A[渡邊 知子] 経営学入門[坪井 順一]	アカデミック・リテラシー[中條 安芸子] メディア論[酒井 信]
3限	マーケティング戦略[全 必中] 情報英語C[小郷 次郎] 情報英語D[笠見 直子]	経営学特論A[山崎 佳季] 公共経営論[梅村 仁] 情報英語B[福島 一人] 法学入門[金井 恵里可] 技術と人間[大竹 裕之] 現代社会のエンターテインメント論[上谷 香博]	社会人基礎力演習[宮口 直人] 基礎演習C[岩本 純] 宗教学入門[津曲 真一]	企業と市場の経済(ミクロ経済)[鈴木 誠] 情報化戦略[幡鎌 博] 生態系と人間[青山 真弓]	英語Ⅲ B (経営)[遠山 道子] 英語Ⅲ B (経営)[前坂西 一馬] 英語Ⅲ B (経営)[江連 成美]
4限	データベース作成[久保田 幸子] 財務会計論[石田 晴美]	国と国の経済(マクロ経済)[行方 久生] 問題発見技法[堀田 敬介] 情報社会学[橋村 明生] 数理思考の活かし方[田原 聡史] 生命科学[鈴木 秀和]	公共経営演習A[澤田 敏成] 現代社会の栄養論[岩井 達]	基礎簿記演習[大場 智子]	経営戦略論[石塚 浩] 財務会計論[石田 晴美] 情報法[山本 顕一郎] 英語Ⅱ B (経営情報) 再履[江連 敏和] 政治学入門[宮原 辰夫]
5限	ビジネスと法A[山本 顕一郎] マーケティング[全 必中]	データ処理Ⅱ[堀田 敬介] 原簿計算Ⅰ[志村 正] 情報英語C[高橋 則雄]	社会心理学[小林 麻衣]	基礎簿記演習[大場 智子]	

図 9: 2015 春学期 標準履修年次 2 年科目

時限	月	火	水	木	金
1限		応用簿記[新井 一夫]	財務諸表分析演習[新任B]		連結会計情報[新任B]
2限		最適化モデル分析[根本 俊男] 専門英語B[福島 一人]	ゼミナールⅠ[全 必中] ゼミナールⅠ[行方 久生] ゼミナールⅠ[根本 俊男] ゼミナールⅠ[山本 顕一郎] ゼミナールⅠ[山崎 佳季] ゼミナールⅠ[志村 正] ゼミナールⅠ[新井 立夫] ゼミナールⅠ[石塚 浩] ゼミナールⅠ[石田 晴美] ゼミナールⅠ[浅川 雅美] ゼミナールⅠ[竹田 仁] ゼミナールⅠ[坪井 順一] ゼミナールⅠ[梅村 仁] ゼミナールⅠ[新任B] ゼミナールⅠ[幡鎌 博] ゼミナールⅠ[堀田 敬介] ゼミナールⅠ[鈴木 誠]	原書講読[岩本 純]	最適化モデル分析[根本 俊男] 専門英語B[福島 一人]
3限	情報化社会[岩本 純]	組織デザイン論[石塚 浩]	システム開発の経済性[真壁 義明]	情報システムと専門性[武藤 剛] 経営情報特論B[岩本 純]	
4限		産業組織論Ⅰ[福田 正彦] 管理科学[村木 正昭] 専門英語A[R. ブラウン]		マーケティング・リサーチ[全 必中] ファイナンスⅡ[鈴木 誠]	問題解決技法[根本 忠明] 専門英語A[R. ブラウン]
5限	経営データ分析Ⅰ[鈴木 誠]				

図 10: 2015 春学期 標準履修年次 3 年科目

湘南フォーラム No.20

経営 経営 ▼ 教員選択 ▼ 区分選択 ▼ セメスター選択 ▼ CALL ▼					
時限	月	火	水	木	金
1限	情報英語C[小郷 次郎] 情報英語D[笠見 直子] 情報英語D[前田 秀夫]	情報英語B[福島 一人] 情報英語B[村山 康雄]		情報英語A[渡邊 知子]	情報英語B[福島 一人]
2限	情報英語D[笠見 直子]	情報英語A[渡邊 知子] 情報英語B[村山 康雄] 情報英語C[高橋 則雄]		情報英語A[渡邊 知子]	
3限	情報英語C[小郷 次郎] 情報英語D[笠見 直子]	情報英語B[福島 一人]		英語 I A (経営) [遠山 道子] 英語 I A (経営) [村山 晴穂] 英語 I A (経営) [平澤 晴美] 英語 I A (経営) [柳田 恵美子]	
4限				英語 I A (経営) [遠山 道子] 英語 I A (経営) [村山 晴穂] 英語 I A (経営) [平澤 晴美] 英語 I A (経営) [柳田 恵美子]	英語 I B (経営) [遠山 道子] 英語 I B (経営) [前嵩西 一馬] 英語 I B (経営) [江連 成美] 英語 I B (経営) [畑中 杏美]
5限		情報英語C[高橋 則雄]			英語 I B (経営) [遠山 道子] 英語 I B (経営) [前嵩西 一馬] 英語 I B (経営) [江連 成美] 英語 I B (経営) [畑中 杏美]

図 11: 2015 春学期 語学用 CALL 教室使用科目

図 11 では、語学の CALL 教室利用科目が上手く分散配置されていることがわかる。

図 12 は一般 PC 教室利用科目の結果である。無理なく分散されている。図 13, 14 は大教室や特殊教室利用科目であり、制約が守られている。図 15 も同様、体育館を利用する科目が分散配置されている。

経営: 経営 ▼ 教員選択 ▼ 区分選択 ▼ セメスター選択 ▼ PC(60) ▼					
時限	月	火	水	木	金
1限	データ処理 I [久保田 幸子]				統計データの扱い方 [中條 安芸子]
2限	データ処理 I [鈴木 誠]		プレゼンテーション [中條 安芸子]		
3限		データ処理 I [田鎖 聡史]	コンピュータ基礎演習 [日向 宏一] システム開発の経済性 [眞壁 義明]		
4限	データベース作成 [久保田 幸子]	管理科学 [村木 正昭]	情報発信ツール活用演習 [日向 宏一]		問題解決技法 [根本 忠明]
5限		データ処理 II [堀田 敬介]			

図 12: 2015 春学期 PC 教室使用科目

経営: 経営 ▼ 教員選択 ▼ 区分選択 ▼ セメスター選択 ▼ 巨教室[91-150] ▼					
時限	月	火	水	木	金
1限	ファイナンス [鈴木 誠]	人間尊重と経営 [幡鎌 博] スケジューリング [根本 俊男]		公共経済入門 [行方 久生]	
2限					
3限		公共経営論 [梅村 仁] 組織デザイン論 [石塚 浩]		情報化戦略 [幡鎌 博]	
4限	人間と経営学 [坪井 順一]				情報法 [山本 顕一郎]
5限	ビジネスと法A [山本 顕一郎]		経営基礎数学 [牧野 倫子]		

図 13: 2015 春学期 大教室 [91-150] 使用予測科目

経営: 経営 ▼ 教員選択 ▼ 区分選択 ▼ セメスター選択 ▼ 5201 ▼					
時限	月	火	水	木	金
1限					問題解決技法入門 [堀田 敬介]
2限				金融経済基礎 [鈴木 誠]	問題解決技法入門 [堀田 敬介]
3限					
4限				マーケティング・リサーチ [金 必中]	
5限	経営データ分析 I [鈴木 誠]				

図 14: 2015 春学期 特殊教室 [5201] 使用科目

経営: 経営 ▼ 教員選択 ▼ 区分選択 ▼ セメスター選択 ▼ 体育館 ▼					
時限	月	火	水	木	金
1限			スポーツ・健康演習 [小林 勝法]	スポーツ・健康演習 [小林 勝法]	スポーツ・健康演習 [山内 賢]
2限		スポーツ・健康演習 [白井 巧]	スポーツ・健康演習 [小林 勝法]		スポーツ・健康演習 [高木 聡子]
3限			スポーツ・健康演習 [柴原 健太郎]		スポーツ・健康演習 [山内 賢]
4限	スポーツ・健康演習 [天野 聡]	スポーツ・健康演習 [白井 巧]	スポーツ・健康演習 [柴原 健太郎]	スポーツ・健康演習 [小林 勝法]	スポーツ・健康演習 [高木 聡子]
5限	スポーツ・健康演習 [天野 聡]			スポーツ・健康演習 [小林 勝法]	

図 15: 2015 春学期 体育館使用科目

## 4 まとめ

本研究では、文教大学湘南校舎の科目時間割配置問題を解くために、 $\{0,1\}$ -整数計画法による定式化で最適化モデルを構築した。各種制約を満たしながら目的関数を最小化するこのモデルについて、1学部全学年規模の問題（経営学部経営学科1-2年次専門科目・語学科目、情報学部経営情報学科1-4年次専門科目・語学科目、3学部共通教育科目）を入力として解を求めた。この規模・問題例では、想定した設定のもとで全ての制約を満たす解を数秒で解くことが可能ということがわかった。

文教大学湘南校舎では、現在、教育支援課職員が全学部全科目の時間割配置の作業を行っている。総科目数は2,000を超える。時間割配置決定の手順と時期、各作業にかかる時間は次の通りである。

**Step1【科目と教員の対応決定】** 学部学科毎に全科目の担当教員を決定する。夏頃にはじまり、秋から冬にかけての時期に確定する。教員と科目の対応関係は、A表/B表とよばれる表にまとめられる。A表/B表の確定時期は学部により異なるが、おおむね10～12月となる<sup>25</sup>。

**Step2【出校日希望調査】** 常勤・非常勤全教員に出校日の希望調査を実施する。A表/B表確定後にはじまり、おおむね1～2月頃に終了する。

**Step3【時間割配置の作成】** 各学部の基本的なデータ入力をし、時間割配置を作成する。時間割配置は、前年度のものを踏襲することを基本とする。作業時間は、この業務のみを行ったと想定した場合、数日かかる<sup>26</sup>。

**StepE【その後の対応】** 時間割配置が決定し公表された後で、個別に教員より新たな要望が様々届き、変更を余儀なくされる。確定連絡後の変更は、教員間の調整も伴うので難航する

上記に加えて、全教員への連絡や $\times$ 切を守らない教員への督促、新任教員への対応や個別連絡対応などの煩雑な作業が各ステップの合間に入る。科目毎の関係は、各学部学科の教務委員が最も詳しいが、異なる学部学科の事情はほとんどわからない。職員は全科目を把握しているが、各学部学科の細かな要求はわからない。従って、作業手順は上記のとおりとならざるを得ない。

本研究の成果を実行すると、最短で数日かかる Step3 の作業時間を数秒に短縮できる。この最適化モデルを用いた形で実施し、手間の削減へとつなげるために上記 Step3 を次に変更する。

**Step3a【入力データ作成】** 各学部学科の科目間制約を満たすデータを作成する（2.4節参照）<sup>27</sup>

**Step3b【求解】** 最適化計算

**Step3c【解の検証】** 現場作業者が得られた解をもとに不都合な点を指摘する

Step3b と 3c を繰り返す<sup>28</sup>。Step3b の 1 回の求解は数秒程度なので、3b-3c の繰り返しを何度も行うことが出来、より望ましい時間割配置を模索できる時間が増える。

<sup>25</sup>カリキュラム改編時はとくに時間がかかる。また、例年、予期せぬ教員の異動による担当者変更・新規教員の採用などがあり、その都度 A 表/B 表の修正・変更がかかるため、年末にほぼ完成で、全確定は年度末となることが多い

<sup>26</sup>ただし、昨年度までとあまり変更がなく、前年度時間割を踏襲可能な場合に限り、カリキュラム変更が生じた場合は、非常に大きな作業負担となり、数日ではすまない

<sup>27</sup>この際、学部間のデータ整理も行う。学部間の合併科目などの同一異名科目の整理や、PC 教室、CALL 使用教室、曜日時限が指定されている科目など互いに競合する要素がある科目群の整理である

<sup>28</sup>現実には得られた最適解がそのまま使われることは稀である。出された解を、時間割作成担当者が見た場合、最適化を行った際には明示されなかった制約が出現することがあるからである。時間割作成を手作業で行っていた担当者は、作成の際、暗黙知による修正を行っている。

現状の手作業で行う時間割配置は、簡単にできる場合でも数日かかる。従って、その後の修正等も考えて、Step1 の開始時期が早くなっている。しかし、教員の異動などの突発事項による修正がおり Step1 が全学部完了するまでに時間がかかり、Step2 の開始が年末年始頃になってしまっている。最適化モデルの導入で Step3 の時間が短縮されるということは、Step1 の開始時期を遅らせて良いということなので、教員の異動がほぼ完了する 1 月までに A 表/B 表を確定させ、2 月中旬までに Step2, Step3a を完了させれば充分間に合う。個別の要望や学部の要望を Step3a でしっかり取り組むようにして、後での要望を極力なくすことで StepE の発生を減らすこともできる。なお、最適化モデルでの手順に変更した場合、StepE は Step3c に組み込まれることにも注意されたい。

また、最適化モデルを利用して解を求めるということは、実行可能な時間割の中で目的関数値のもっとも良い解を導くため、各学部・教員の要望を満たしつつ、より良い時間割配置を提供できるということの意味する（現在の時間割が実行可能解の 1 つに含まれることに注意されたい）。従って、学生によりよい教育環境を提供できるということである。

## 謝辞

本研究の実施にあたり、科目データ及び担当教員データ等必要となる情報の提供において、教育支援課長をはじめ、教育支援課の多くの職員の方に多大なるご支援をいただきました。特に、教育支援課小柳氏には、データの提供から現状作業の詳細な情報をまとめて頂く、出力結果の確認など、多くのご助力をいただきました。また、施設課より教室データの提供等でお世話になりました。皆様の温かいご支援に対し、感謝の意を表します。さらに、有益なコメントを頂いた査読者に厚くお礼申し上げます。なお、本研究は「2012 年度 学長調整金・教育改善支援」による研究資金の提供を受けました。あわせて感謝致します。

## 参考文献

- [1] H. Babaei, J. Karimpour and A. Hadidi: A survey of approaches for university course timetabling problem. *Computers & Industrial Engineering*, Vol.86 (2015) 43–59.
- [2] M.A. Bakir and C. Aksop: A 0-1 integer programming approach to a university timetabling problem. *Hacettepe Journal of Mathematics and Statistics*, Vol.37-1 (2008) 41–55.
- [3] E.K. Burke and S. Petrovic: Recent research directions in automated timetabling. *European Journal of Operational Research*, Vol.140, Issue (2002) 266–280.
- [4] S. Daskalaki, T. Birbas and E. Housos: An integer programming formulation for a case study in university timetabling. *European Journal of Operational Research*, Vol.153 (2004) 117–135.
- [5] A.P. Dorneles, O.C.B. Araújo and L.S. Buriol: A fix-and-optimize heuristic for the high school timetabling problem. *Computers & Operations Research*, Vol.52 (2014) 29–38.
- [6] 堀尾正典: 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 第 4 号 (2008) 61–74.

- [7] M. Horio and A. Suzuki: Application to a university course timetabling problem by a general project scheduler *Lecture Notes in Operations Research*, Vol.8 (2008) 266–273.
- [8] 堀田敬介: 学生満足度の観点によるゼミ配属法の定量的比較. *情報研究* 35 (2006) 367–378.
- [9] 堀田敬介: 成績を考慮したゼミ配属法の比較と提案. *情報研究* 44 (2011) 59–73.
- [10] 堀田敬介: 予備登録制度の実態調査とその是正案. *湘南フォーラム* 第 17 号 (2013) 153–172.
- [11] 伊藤美登, 佐々木美裕, 鈴木敦夫, 伏見正則: 大学時間割編成モデルの研究. (2012).
- [12] 茨木俊秀, 熱田光紀行, 野々部宏司: 汎用ソルバによる時間割作成 –国際コンペティション ITC2007 に参加して–. *スケジューリング・シンポジウム 2008 講演論文集* (2008) 173–176.
- [13] 柿本陽平, 高橋弘毅, 島川陽一: 時間割編成問題の解の改善方法とその評価. *日本 OR 学会 2015 春季研究発表会 アブストラクト集* (2015) 32–33.
- [14] 柿本陽平, 高橋弘毅, 島川陽一: 制約充足問題における制約条件式の難易度に関する一検討. *日本 OR 学会 2015 秋季研究発表会 アブストラクト集* (2015) 10–11.
- [15] 橘高源太, 伊藤靖彦, 富塚英和, 池上敦子: 高校定期試験の答案返却時間割の作成 (Timetabling for returning examination papers to high school students). *スケジューリング・シンポジウム 2015 講演論文集* (2015) 67–71.
- [16] 小牧泰斗, 榊原一紀, 松本卓也: 大学補講時間割作成問題に対する列生成法に基づく対話型最適化 (An interaction-based timetabling method incorporating column generation heuristics for university makeup courses). *スケジューリング・シンポジウム 2015 講演論文集* (2015) 73–78.
- [17] 久保田敬: 時間割編成問題に対する近似解法の研究. *中央大学大学院理工学研究科情報工学専攻 2003 年度修士論文* (2004).
- [18] 光部翔太: 大学の時間割自動編成システムの研究. *南山大学大学院数理情報研究科 2010 年度修士論文* (2011).
- [19] 小河智哉: 文教大学時間割編成の作成支援. *文教大学情報学部 2014 年度卒業論文* (2014).
- [20] G. Post, C. Gogos, J. Kyngas, C. Nurmi, N. Musliu, N. Pillay, H. Santos and H. Schaerf: XHSTT: an XML archive for high school timetabling problems in different countries. *Annals of Operations Research*, Vol.218 (2014) 295–301.
- [21] R. Qu, E.K. Burke, B. McCollum, L.T.G. Merlot and S.Y. Lee: A survey of search methodologies and automated system development for examination timetabling. *Journal of Scheduling*, Vol.12 (2009) 55–89.
- [22] A. Schaerf: A survey of automated timetabling. *Artificial Intelligence Review*, Vol.13 (1999) 87–127.
- [23] 吉川昌澄: 学校時間割自動編成. *オペレーションズ・リサーチ* 46-9 (2001) 461–468.