

Mテニススクールにおける担当コーチ割当システムの作成

花本 俊也 (沼田 一道 助教授)

1. はじめに

1.1 本研究の背景

近年国民の健康意識が高まる中，生涯スポーツとしてテニスが人気を博している．そして，テニスをする場としてテニススクールが数多く存在している．

私は現在Mテニススクールで働いている．Mテニススクールは都心から30キロ圏内に位置し，コート数2面，生徒数約1400名と，国内最大級のコート稼働率を有するテニススクールである．Mテニススクールでは担当コーチの割当という作業が存在する．現在Mテニススクールでは手作業で翌月の担当コーチの割当を決定し，毎月15日に生徒に対して公表している．

Mテニススクールではレッスンの約半分をアルバイトコーチに依存している．アルバイトコーチは，全員が毎月同じ時間に出勤出来るとは限らない．なぜならば，他のテニススクールでのレッスンとの兼ね合いや，また学生であれば授業の変化やサークルの予定など生活の中でレッスン以外の予定が占める割合が大きいからである．さらに，現在Mテニススクールでは在籍コーチ数が増加傾向にあり，コーチ数が増加するにつれて，割当の複雑さも増す．よって，手作業で毎月の担当コーチの割当を作成することが困難になり，担当者にとっての大きな負担になっている．

1.2 本研究の目的

本研究ではMテニススクールにおける担当コーチ割当システムを作成する．具体的な目的は以下の3点である．

- (1) 毎月の担当コーチの割当作成の負担を軽減する割当システムを作成する．
- (2) スクール側・コーチ側・生徒側の各立場から見て妥当な割当を出力するシステムを作成する．
- (3) 本研究で作成したシステムを用いて割当を作成し，その有用性を確認する．

2. Mテニススクールにおける担当コーチ割当の現状と問題点

2.1 担当コーチ割当作成の現状

Mテニススクールでは担当コーチの割当作成は，スクールの担当社員が手作業で試行錯誤しながら行っているが，それには多大な労力と時間を要している．その原因として，以下の2点が挙げられる．

原因1：コーチ数約20名，週の開講レッスン数=6曜日×10コマ(土曜日は11コマ，日曜日は8コマ)×2コート=118とスクールの規模が大きく情報量が多い．

原因2：1つのレッスンをコーチが1人で担当する場合(1人コーチ)，もしくは2人で担当する場合(2人コーチ)がある．2人コーチの方が受け入れられる生徒数が増加するので，スクール側としては全てのレッスンを2人コーチにしたい．しかし，現在のコーチ数ではそれは難しく，できるだけ2人コーチのレッスン数が増えるように試行錯誤している．

2.2 現在の割当作成の問題点

現在は，前月度のものを一部変更することによって翌月の割当を作成しているが，アルバイトコーチの毎月の出勤可能時間の変化に対応するために，コーチにとって無理のある割当になりやすい．例えば，コーチが担当するレッスンが長時間続くこともあり，体力的・精神的につらいとの不満も上がっている．

3. 問題整理

3.1 本研究で扱う問題

Mテニススクールでは、担当コーチ欄以外の時間割（どの曜日・どのコマ・どのコートでどのレベルのレッスンを開講するのか）は決まっています、変更はない。変更されるのは担当コーチ欄のみである。つまり、既に決まっている開講レッスンに対して、担当コーチを割り当てる問題である。

3.2 良い割当とは

スクール側・コーチ側・生徒側のどの立場から見ても良いという割当を作成することは、現実的には困難なので、ここでは各立場から見た良い割当に優先順位をつける。

良い割当を コーチ側から見て良い割当， スクール側から見て良い割当， 生徒側から見て良い割当の順で考える。上記の優先順位を考えた理由を以下に示す。

はじめにコーチの労働環境の改善を考える。Mテニススクールは労働環境が厳しいことで近隣では有名であり、生徒数・レッスン数と比べて明らかにコーチの数が少ない。無理にコーチを働かせてしまうと、過労からレッスンの質の低下を招くことになる。よって、まずはコーチの労働環境を改善し、今いるコーチ陣によるレッスンの質を確保する。労働環境を改善することによって近隣での評判も上がり、長期的に見ればコーチ希望者の増加も期待される。そうなれば、経営者であるスクール側にとって良い割当である「全レッスン2人コーチ」も達成出来るようになる。

では、コーチの労働環境の改善を考える。ここで、労働環境とは、「体力面」と「全体の拘束時間（移動時間等を含む）と実働時間のバランス」のことである。

では、全レッスン2人コーチを目標とする。

では、生徒の満足度の向上を考える。Mテニススクールでは、コーチを1.社員，2.フリーアルバイト（テニスコーチが本業のアルバイトコーチ），3.学生アルバイトと3つのカテゴリーに分類している。各カテゴリーのコーチが各レベルの生徒を担当した時の生徒の満足度を点数として表したのが表1である。が5点， が3点，×が0点となっている。この評価で総点数が高くなる割当を、生徒側から見た良い割当と考える。

表1 各レベルの生徒から見た担当コーチの評価基準

レベル コーチ	子供	初級	初中	中級	中上	上級
社員	(5点)					
フリー	(3点)			(5点)		
学生	(5点)				×(0点)	

3.3 条件整理

目的関数(コーチ側から見て良い割当， スクール側から見て良い割当， 生徒側から見て良い割当)

目的関数 1 レッスンのためだけに就社するアルバイト数を最小にする。

目的関数 1 人コーチで行うレッスン数を最小にする。

目的関数 割当の評価の総点数(各レベルの生徒から見た担当コーチの評価点数の和)を最大にする。

制約条件(現在でも満たせている条件・必須条件)

- ・各コ-チは、出勤出来る曜日・コマにしかレッスンに入れない。
- ・各コ-チは、担当する事が出来るレベルのレッスンにしか入れない。
- ・コーチは同時間に1レッスンしか担当できない。 ・出勤したならば必ずレッスンを行う。
- ・全てのレッスンはコーチ1人、もしくは2人で担当する。 ・社員コーチは週5日の出勤とする。

制約条件(現在は満たせていない条件・コーチ側から見て良い割当)

- ・各コーチが1日に連続で行うレッスンは3レッスン以内とする。
- ・各コーチの1日のレッスン数は6レッスン以内とする。

3.4 定式化

本研究で扱う問題を定式化する。以下に記号の定義を示す。

$$x_{ijkl} = \begin{cases} 1: \text{コーチ } i \text{ が } j \text{ 曜日 } k \text{ コマに } l \text{ コート} \\ \quad \text{でレッスンをを行う.} \\ 0: \text{コーチ } i \text{ が } j \text{ 曜日 } k \text{ コマに } l \text{ コート} \\ \quad \text{でレッスンを行わない.} \end{cases}$$

$$y_{ij} = \begin{cases} 1: \text{コーチ } i \text{ は } j \text{ 曜日に出勤している.} \\ 0: \text{コーチ } i \text{ は } j \text{ 曜日に出勤していない.} \end{cases}$$

a_{ijkl} : 評価関数
 PLV_i : コーチ i が担当可能な最大のレベル
 $1 \leq PLV_i \leq 6$
 LV_{jkl} : j 曜日 k コマ l コートのクラスのレベル
 $1 \leq LV_{jkl} \leq 6$
 PJ_i : コーチ i の出勤可能曜日
 PK_{ij} : コーチ i の j 曜日の出勤可能コマ

$$\min \sum_i \sum_j y_{ij} (\max(0, 2 - \sum_k \sum_l x_{ijkl})) \quad (3.4.1)$$

$$\min \sum_j \sum_k \sum_l (\sum_i x_{ijkl} - 1) \quad (3.4.2)$$

$$\max \sum_i \sum_j \sum_k \sum_l a_{ijkl} \cdot x_{ijkl} \quad (3.4.3)$$

s.t.

$$x_{ijkl} = 0 \text{ if } (PLV_i < LV_{jkl}) \quad (3.4.4)$$

$$x_{ijkl} = 0 \text{ if } (j \notin PJ_i) \text{ or } (k \notin PK_{ij}) \quad (3.4.5)$$

$$\sum_l x_{ijkl} \leq 1 \quad (3.4.6)$$

$$y_{ij} \leq \sum_k \sum_l x_{ijkl} \quad (3.4.7)$$

$$1 \leq \sum_i x_{ijkl} \leq 2 \quad (3.4.8)$$

$$\sum_j y_{ij} = 5 \quad (3.4.9)$$

$$x_{ijkl} + x_{ij(k+1)l} + x_{ij(k+2)l} + x_{ij(k+3)l} < 4 \quad (3.4.10)$$

$$\sum_k \sum_l x_{ijkl} \leq 6y_{ij} \quad (3.4.11)$$

4. システムの概要

本研究で作成するシステムの概要を図1に示す。

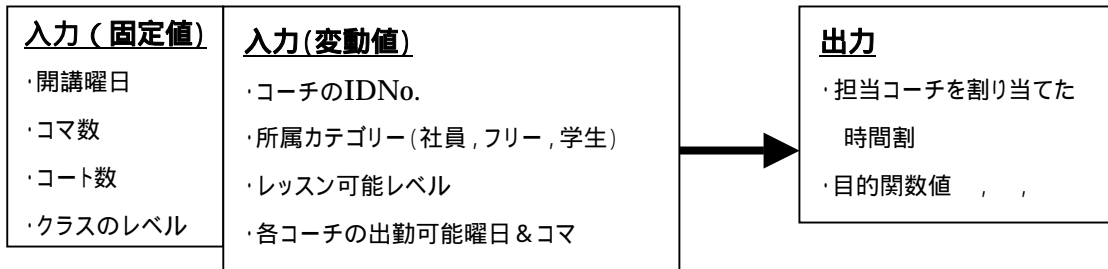


図1 システムの概要

5. 解法

本研究で作成するシステムはコーチの並び順（最初はID順）に従い割当を行う。1つの並び順につき1つの解が求められることに着目し、実行可能解を求める。Mテニススクール程度の規模の問題では厳密解を求めるのは困難なため、近似解を求める。そこで、コーチの並び順をランダムに変えて解を生成する事にした。その中で最も良いと思われる解を選び割当を決定する。

具体的には、既に決められている曜日・コマ・コートの並び順に対して、以下の2つの手法を用いる。

- ・最初から全レッスン2人コーチになることを目標にコーチを割り当てる。
- ・まず全レッスン1人コーチになるようにコーチを割り当てる。次に、並び順に従いスケジュールが空いているコーチを探し、出来るだけ2人コーチのレッスンが増えるようにコーチを割り当てる。この2つの方法を用いて割当を作成し、目的関数値の良い割当を選択する。なお、ここで言う良い目的関数値とは、3.2節の良い割当の優先順位に照らしたものである。

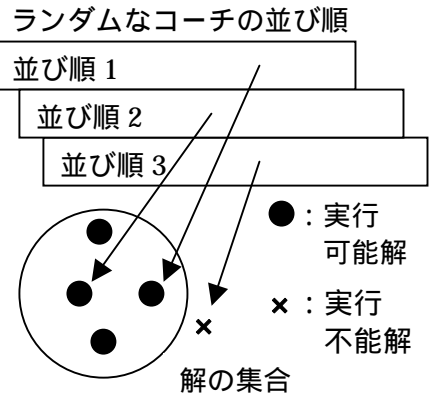


図2 解のランダムな生成

6. 実験

6.1 実験概要

本研究で作成したシステムの有用性を確認するために、実際にこれを用いてMテニススクールの担当

コーチの割当を作成する。今回の実験で行う作業は以下の4点である。

1. コーチの並び順をランダムに1万個発生させ、担当コーチを割り当てる。
2. 1万個の解の中で最も目的関数値が良い割当を記録する。
3. 1., 2. の作業を10回行う。つまり、10組の目的関数値が記録される。
4. 3. の結果と現行の割当の目的関数値を表にし、比較する。

プログラムはBorland社のDelphi6で作成した。

6.2 実験結果・考察

コーチ20人分と開講レッスンの情報のデータ入力は1時間かかった。1万個の並び順から解を生成し、最も目的関数値が良い割当を探索し出力するのに15秒かかった。よって、データの入力時間、結果の出力・記録時間を含め、約1時間半あれば割当を決定することが出来る。作業の負担は軽減出来たと言える。

次に、実験で得られた目的関数値を表2に示す。表2から、現行の割当と本研究で作成したシステムを用いた割当の比較を行う。表2から以下の2点を読み取ることが出来る。

- (1) 目的関数 f 、目的関数 F の値は、本研究で作成したシステムを用いた割当が格段に優れている。
- (2) 目的関数 F の値は、実際の割当では897点、本研究で作成したシステムを用いた割当10回の平均値が899.3点とほぼ同等である。

(1),(2)より、現在と同程度の生徒側の要求を満たしつつ、コーチ側・スクール側から見て現行の割当よりも格段に良い割当を作成することが出来た。しかし、この差は想定以上に大きい。現行の割当では、数値では表せない指標も重視して割当作成を行っている可能性もある。

7. まとめ

7.1 本研究の結論

本研究では、良い割当の優先順位を検討した。はじめにコーチの労働環境を改善し、次にスクール・生徒の順でそれぞれの要求を満たすことを目的としてシステムを作成した。その結果、現在と同程度の生徒側の要求を満たしつつ、コーチ側・スクール側から見て実際の割当よりも良い割当を作成することが出来た。また、時間的に見ても、作業の負担を軽減出来たと言える。

7.2 今後の課題

本研究では、良い割当の優先順位を決定して実験を行ったが、全ての場合でこの優先順位が妥当とは限らない。優先順位をつけず複数の目的関数を対等に見て割当を決定する方法も考えられる。

また、本研究で作成したシステムは各コーチの得意なレベルや、コーチ同士の相性・生徒とコーチの相性など、数値では表せない指標については対応できない。これらに対しては本研究で作成したシステムより出力された割当案を基として、割当作成後に手を加えるなど、最終的には現場のスタッフが関与する必要があると考えられる。

主要参考文献

- [1]野村比香：“個人指導塾における講師割り当て問題”，平成15年度東京理科大学工学部経営工学科卒業論文，(2003)
- [2]柳浦陸憲，茨木俊秀：「組合せ最適化 - メタ戦略を中心として - 」，朝倉書店，(2001)
- [3]掌田津耶乃：「Delphi パーソナルプログラミング」，毎日コミュニケーションズ，(2002)

表2 実験で得られた目的関数値

目的関数 試行回数	目的関数	目的関数	目的関数
現行の割り当て	1	27	897
試行1	0	12	926
試行2	0	12	876
試行3	0	11	875
試行4	0	11	902
試行5	0	12	917
試行6	0	15	920
試行7	0	15	908
試行8	0	12	909
試行9	0	13	897
試行10	0	12	863