

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

沼田研究室

4402060

花本 俊也

発表構成

1. はじめに
 2. 担当コーチ割当の現状と問題点
 3. 問題整理
 4. システムの概要
 5. 解法
 6. 実験
 7. まとめ
- 参考文献・付録

本研究の背景

Mテニススクールには、担当コーチ割当作業が存在する。

以前は手作業で十分行えていたが・・

- ・数年前に比べ、生徒数の増加に伴い在籍コーチ数も増加した。
- ・レッスンの約半分をアルバイトコーチに依存している。



手作業での担当コーチ割当作成が
大きな負担になっている。

担当コーチ割当作業の概要

表1: Mテニススクールの時間割

曜日	月		木		金	土		日	
	コート	Aコート	Bコート	Aコート	Bコート	Aコート	Bコート	Aコート	Bコート
1	タイム	初中	中上	初級	中上	初級	中上	子供	子供
		コーチA コーチB	コーチC	コーチI コーチD	コーチA コーチD	コーチE コーチB	コーチF	コーチA コーチB	コーチC コーチD
8	タイム	初級	中上	子供	上級	初中	中上	初級	中上
		コーチE コーチC	コーチF	コーチJ コーチL	コーチK コーチD	コーチA コーチB	コーチC コーチD	コーチE コーチB	コーチF コーチC
10	タイム	中級	上級	中級	中上	中級	上級		
		コーチG コーチH	コーチE コーチF	コーチL コーチM	コーチJ コーチM	コーチJ コーチL	コーチK コーチD		
11	タイム					中級	中上		
						コーチG コーチH	コーチE		

部分を毎月更新していく。

担当コーチの割り当ては1ヶ月に1度、
毎月15日に変更することができる。

生徒のレベルは6段階

1レッスンは1時間半。

本研究の目的

- (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り当てを作成し、その有用性を確認する。

担当コーチ割当作成の現状

割当作成が大変な理由・・・

< 原因1: スクールの規模 >

コーチ数約20名, 週のレッスン数118と情報量が多い.

< 原因2: コーチ数の不足 >

レッスンをコーチ1人で担当する場合(1人コーチ)と2人で担当する場合(2人コーチ)がある.

2人コーチのほうが, 受け持てる生徒数が増加しスクールの利益が大きいが, コーチ数が足りていない.

現在の割当作成の問題点

< 現在 > : 前月度の割当を一部変更することにより割当を作成している。



コーチにとって
無理のある割当になりやすい

- 例
- ・担当するレッスンが長時間続く。
 - ・1レッスンのためだけに会社する。

本研究で扱う問題の概要

表1: Mテニススクールの時間割(再掲)

曜日	月		木		金	土		日	
	コート	Aコート	Bコート	Aコート	Bコート	Aコート	Bコート	Aコート	Bコート
1	タイム	初中	中上	初級	中上	初級	中上	子供	子供
		コーチA コーチB	コーチC	コーチI コーチD	コーチA コーチD	コーチE コーチB	コーチF	コーチA コーチB	コーチC コーチD
8	タイム	初級	中上	子供	上級	初中	中上	初級	中上
		コーチE コーチC	コーチF	コーチJ コーチL	コーチK コーチD	コーチA コーチB	コーチC コーチD	コーチE コーチB	コーチF コーチC
10	タイム	中級	上級	中級	中上	中級	上級		
		コーチG コーチH	コーチE コーチF	コーチL コーチM	コーチJ コーチM	コーチJ コーチL	コーチK コーチD		
11	タイム					中級	中上		
						コーチG コーチH	コーチE		

部分を毎月更新していく。

担当コーチの割り当ては1ヶ月に1度、
毎月15日に変更することができる。

生徒のレベルは6段階

1レッスンは1時間半。

良い割当の優先順位

良い割当に優先順位をつけて考える。

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

良い割当の定義と優先順位の決定理由

コーチの労働環境の改善を考える。

(・体力面 ・拘束時間と実働時間のバランス)

全レッスン2人コーチを目標とする。

生徒の満足度の向上を考える。

コーチは3つのカテゴリーに分類されている

→ 1. 社員 2. フリー 3. 学生

以下の表2の評価で、総点数が高い割当を良い割当と考える。

表2: 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)	

目的関数

目的関数 : 1レッスンのためだけに出勤するアルバイト数を最小にする。
(コーチから見て良い割当)

目的関数 : 一人コーチで行うレッスン数を最小にする。
(スクールから見て良い割当)

目的関数 : 割当の評価の総点数を最大にする。
(生徒から見て良い割当)

制約条件

制約条件 (現在でも満たせている条件・必須条件)

- ・各コーチは、出勤できる曜日・コマしかレッスンに入れない。
- ・各コーチは、担当すること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り当て)

- ・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。

定式化

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

システムの概要

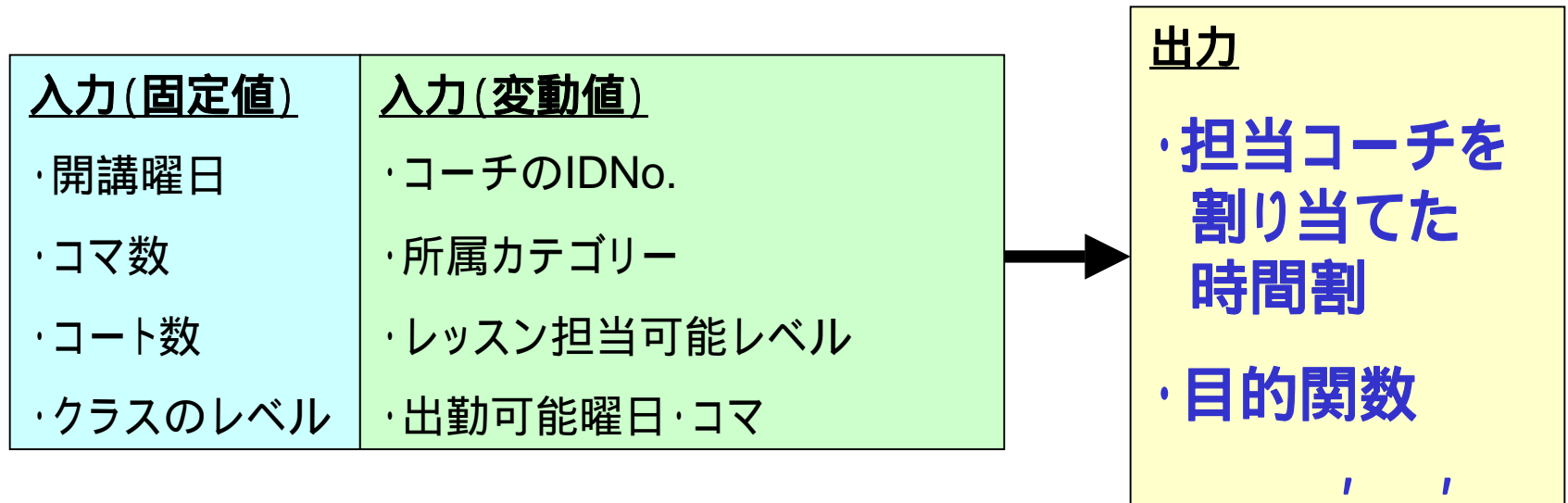


図1 システムの概要

解法の概要

本研究では、担当コーチ以外が既に決まっている時間割に対して割当を行うが…

コーチの並び順1つにつき、1つの解が得られる事に着目。

コーチの並び順をランダムに変えて解を生成する。

ランダムなコーチの並び順

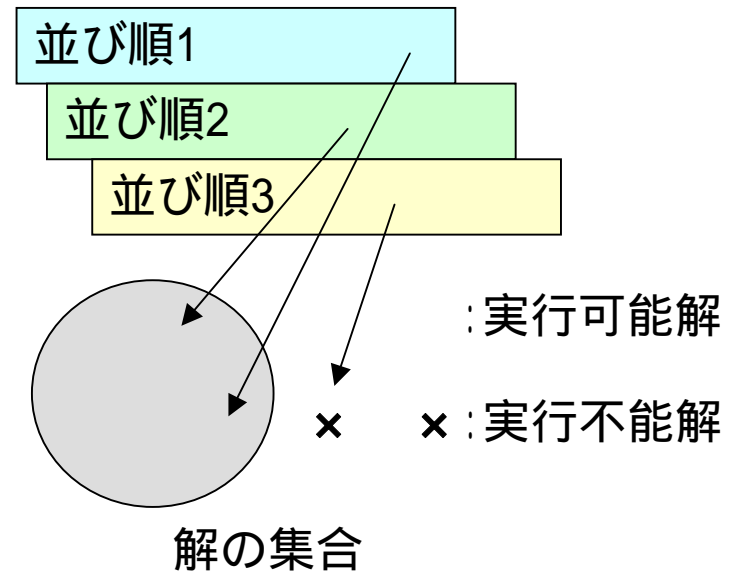


図2 ランダムな解の抽出

< 割り当て方法 >

(方法1) : 最初から全レッスン2人コーチを目標に割り当てる。

(方法2) : 全レッスン1コーチになるように割り当てる。次に、並び順に従い空いているコーチを探し、出来るだけ2人コーチになるように割り当てる。

割り当ての手順

STEP 1: コーチをランダムに並び替える.

STEP 2: 制約条件に従い, (方法1)を用いてレッスンにコーチを割り当てる.

STEP 3: 制約条件に従い, (方法2)を用いてレッスンにコーチを割り当てる.

STEP 4: (方法1)と(方法2)で得た解が実行可能解であることを判定する.

両者とも実行可能解ならばSTEP 5へ進む.

片方だけが実行可能解なら, その割当を良い割当として決定.

両者とも実行不能解なら, そのコーチの並び順では解は得られなかったと言える.

STEP 5: (方法1)で得た解と(方法2)で得た解の目的関数に着目し, 良い割当を決定する.

実験概要

実験

<データ1> : 2005年9月のデータ
(実験概要を定めた時期のデータ)

<データ2> : 2006年1月のデータ
(最新のデータ)

出勤可能
曜日・コマ
に大きな変
更があった。

実験の手順

1. コーチの並べ順をランダムに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。

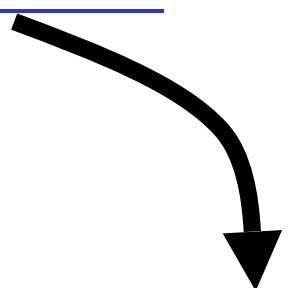
割当決定までの所要時間の結果と考察

割当決定までの所要時間

< 現行の割当 >

(レッスンの合間に割当作成を行うので) 5日~7日

< 本研究で作成したシステムを用いた割当 >


$$\begin{array}{|c|} \hline \text{データの} \\ \text{入力時間} \\ \hline \text{1時間} \\ \hline \end{array} + \begin{array}{|c|} \hline \text{1回の試行に} \\ \text{かかる時間} \\ \hline \text{15秒} \\ \hline \end{array} \times 10 + \begin{array}{|c|} \hline \text{結果の} \\ \text{記録時間} \\ \hline \text{15分} \\ \hline \end{array} = \underline{\text{約1時間半}}$$

作業の負担は軽減したと言える。

目的関数値の結果と考察

表3 <データ1>の目的関数値

目的関数 試行回数	目的関数 (min)	目的関数 (min)	目的関数 (max)
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
10試行の平均値	0	12.5	899.3

改善

改善

同等

表4 <データ2>の目的関数値

目的関数 試行回数	目的関数 (min)	目的関数 (min)	目的関数 (max)
現行の割り当て	0	30	888
試行1	0	10	888
試行2	0	9	854
試行3	0	10	902
試行4	0	10	901
試行5	0	10	877
試行6	0	10	872
試行7	0	10	909
試行8	0	9	888
試行9	0	10	885
試行10	0	10	926
10試行の平均値	0	9.8	890.2

同等

改善

同等

・ 1日に4連続でレッスンをするコーチ数

5人 0人

・ 1日7レッスンするコーチ数 1人 0人

・ 1日に4連続でレッスンをするコーチ数

5人 0人

・ 1日7レッスンするコーチ数 0人 0人

目的関数値の考察

データ1, 2ともに
現行の割当と比べて..

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
見て良い割当を作成
することが出来た.

データ1, 2ともに目的関数
の値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
を行っていると考えられる.

本研究の結論

- ・良い割当の優先順位を決定した。
- ・コーチの並び順をランダムに変更して解を抽出する解法を用いた。
- ・時間的に見て、作業の負担を軽減することが出来た。
- ・現行の割当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良い割当を作成することが出来た。

今後の課題

- ・複数の目的関数を同時に考慮して割当を決定する方法も考える必要がある。
- ・解法の改善も考える必要がある。
- ・最終的には現場のスタッフが関与する必要がある。

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] 小西宏美:「音楽教室における時間割・部屋割り作成システムの提案」
平成16年度東京理科大学工学部経営工学科卒業論文, (2004)
- [3] 柳浦陸憲・茨木俊秀:「組合わせ最適化 -メタ戦略を中心として-」
朝倉書店, (2001)
- [4] 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)

付録

目的関数 (割当の評価点数) の考え方

例

曜日	月		
コマ	1	2	3
Aコート	初級	上級	子供

コマ	1	2	3
担当コーチ	社員	フリー	学生

コマ	1	2	3
担当コーチ	フリー	社員	学生

コマ	1	2	3
評価	5	5	5

コマ	1	2	3
評価	3	5	5

評価点数が大きい
いほうが良い割当

15

>

13

図3 目的関数 の考え方

<データ1>と<データ2>の差

<データ1> 2005年9月のデータ

社員: 4名, フリー: 8名, 学生: 8名



フリーコーチ: 3人退社・1人入社

学生コーチ: 2人退社・2人入社

<データ2> 2006年1月のデータ

社員: 4名, フリー: 6名, 学生: 8名

入力データの一部

各コーチの担当可能レベル

開講レッスンのレベル

コーチの出勤可能
曜日・コマ(社員)

コーチの出勤可能
曜日・コマ(アルバイト)

入力データの一部 - メモ帳

ファイル(F) 編集(E) 書式(O) 表示(V) ヘルプ(H)

```

20 1
6 6 6 6 6 5 4 5 6 6 6 6 6 5 5 5 4 6 6 4

2 5
3 4
2 4
0 0
1 1
1 1
1 1
1 1
3 4
2 5
5 3

| 1 1 1 0 1 1 1 1 1 1 1
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1 1 1 0 1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 0 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 0 0 0

1 1 1 0 1 1 1 1 0 0 0
1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0
1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 1 1 1 1 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
    
```

図4 データの入力方法

システムの出力画面

Form1

出力結果

	月Aコート	月Bコート	火Aコート	火Bコート	水Aコート	水Bコート
1コマ	コーチ6	コーチ1	コーチ2	コーチ3	コーチ3	コーチ1
	コーチ7	コーチ2	コーチ6	コーチ7	コーチ6	
2コマ	コーチ1	コーチ2	コーチ7	コーチ2	コーチ5	コーチ1
	コーチ6	コーチ7	コーチ9	コーチ6	コーチ6	コーチ4
3コマ	コーチ1	コーチ2	コーチ7	コーチ2	コーチ5	コーチ1
	コーチ6	コーチ7	コーチ9	コーチ6	コーチ6	コーチ4
4コマ						
5コマ	コーチ6	コーチ4	コーチ4	コーチ2	コーチ1	コーチ2
	コーチ8	コーチ7	コーチ7	コーチ3	コーチ4	コーチ3
6コマ	コーチ6	コーチ4	コーチ4	コーチ3	コーチ1	コーチ2
	コーチ8	コーチ7	コーチ7	コーチ20	コーチ4	コーチ3
7コマ	コーチ4	コーチ3	コーチ4	コーチ3	コーチ1	コーチ2
	コーチ6	コーチ7	コーチ7	コーチ20	コーチ3	コーチ18

データ入力

割り当て

出力

クリア

終了

1日に1レッスンのコーチ数
0

1人コーチのレッスン数
16

評価点数
842

目的関数

出力された割当

図5 システムの出力画面