



テニススクールにおける人件費を
考慮したコーチ割当てシステムの作成

沼田研究室

4406024

小池 雄太



目次

- 1.はじめに
- 2.現状
- 3.研究目的
- 4.問題
- 5.記号の定義・定式化
- 6.作成したシステム
- 7.実験
- 8.まとめ



1.1 背景

- ・テニスは、老若男女を問わず参加できる「するスポーツ」として人気がある。
- ・ゲームを競う以外にも、肉体的・精神的な健康の維持を意識して多くの人がテニスで汗を流している。
- ・組織に所属しない人がテニスをするとき、「テニススクール」を利用する機会が多い。



1.2 研究背景

テニススクールは国民の健康維持・向上に貢献しているといえる。



不況の影響でテニススクールの経営も厳しくなっており、その数は、減少傾向にある。



本研究では、数理計画を用いて、経済的なコーチ割当てを行う、システムを作成する。



1.3 先行研究

花本俊也：

「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」

平成17年度東京理科大学工学部経営工学科卒業論文, (2005)

2.1 本テニススクールの現状

- ・私は、M テニススクールでアルバイトコーチとして働いている。

表1 基本的情報

名目	数
営業日	週6日
コマ	5コマ
コーチ	15人
コート	10面



テニスコート
6面分：貸しコート
4面分：レッスンを行うコート



レッスン
生徒：1レッスンに10人程度
各レッスンの担当コーチ：1人

表2 時間割表(例：月曜日)

	コート1	コート2	コート3	コート4
1コマ	上級	中級	初中級	初級
2コマ	上級	中級	初中級	初級
3コマ	上級	中級	初中級	初級
4コマ	上級	中級	初中級	初級
5コマ	上級	中級	初中級	ジュニア

2.2 経営の現状

所属する生徒が5年間で1000人から600人まで減少。

経営を左右する利益は、収益 - 費用で求められる。

収益 … (レッスン料金) ・ (貸しコート代金) ・ (テニス用品の売上)

費用 … (人件費) ・ (施設代) ・ (備品代)

表3 人件費の詳細

	人数	交通費	時間単価
事務員	10	支払われる	同じ
テニスコーチ	15	支払われる	差がある

2.3 利益の関係図

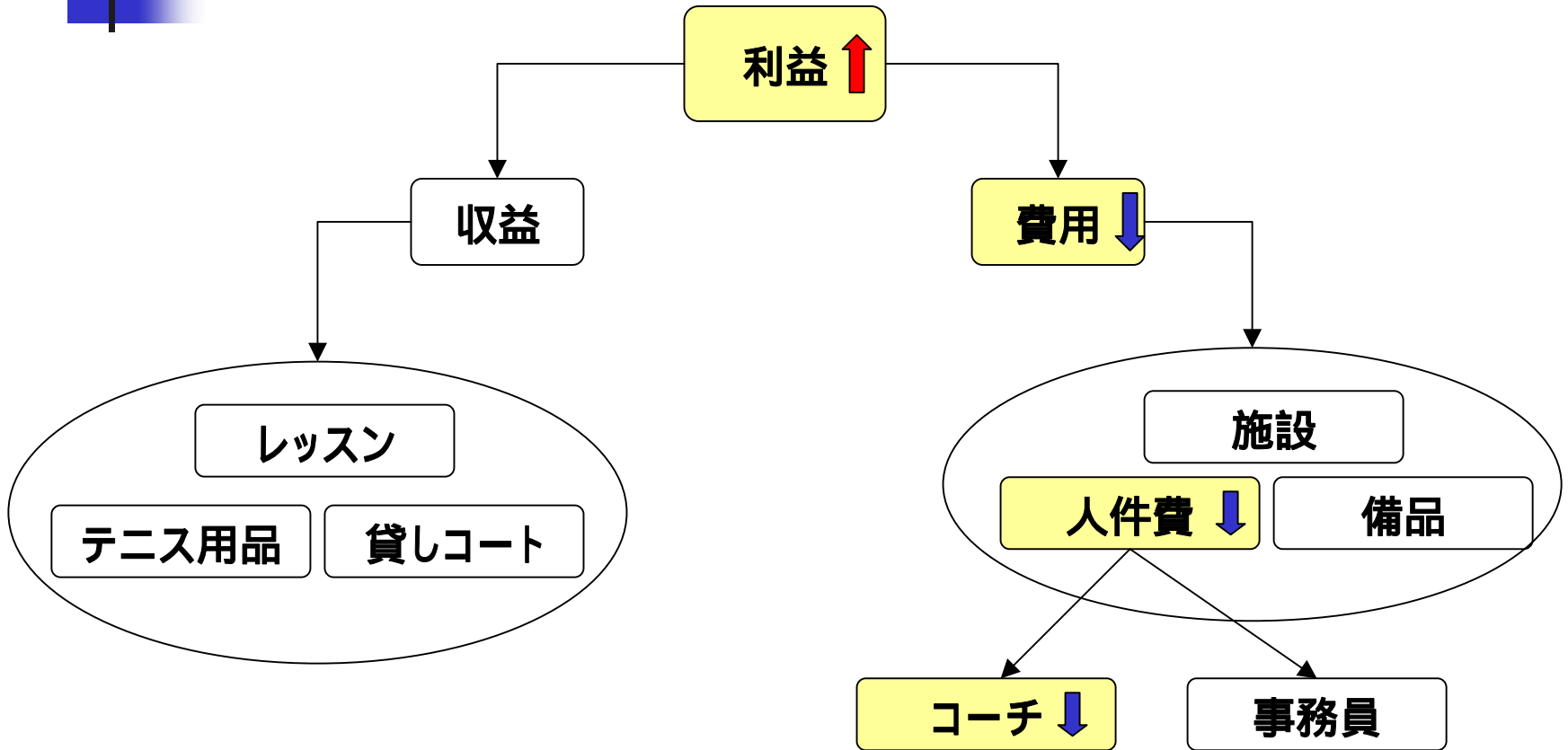


図1 利益の関係図

2.4 テニスコーチの関係図

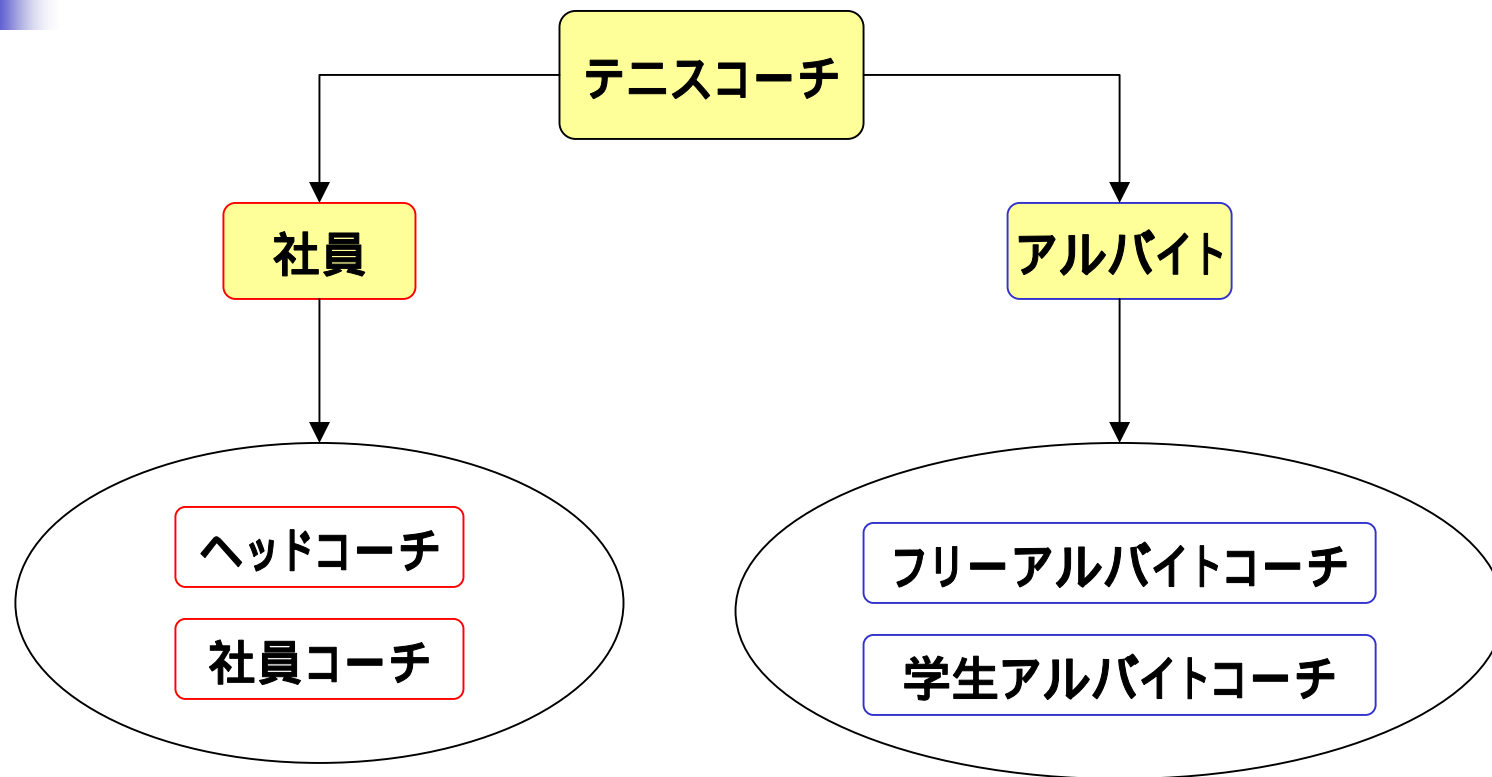


図2 コーチの関係図

2.5 テニスコーチの詳細

表4 コーチの詳細

	人数	出勤日	レッスン数(1週間)
ヘッドコーチ	1	3	10以上(制約)
社員コーチ	2	5	10以上(制約)
フリーアルバイトコーチ	2	不定	10以上(希望)
学生アルバイトコーチ	10	不定	5以上(希望)



3.研究目的

コーチの割当て作業は、3ヶ月に1度行われる。

「割当て作業の省力化」・「人件費の削減」

を考慮したコーチ割当てシステムを作成する。



4.1 コーチ割当ての際に考慮すべき点

- (1) アルバイトコーチの賃金
- (2) コーチの肉体的疲労
- (3) レッソンの満足度
- (4) 割当ての際の人件費への考慮



4.2 コーチ割当て問題

コーチ割当て作業を数理計画問題として扱う。

- (1) アルバイトコーチのレッスン数の確保。
- (2) コーチの1日の担当レッスンの上限を設定。
- (3) 生徒のレベルの数値による明示化・担当可能レベルを設定。
- (4) 人件費の最小化を目的とする。



4.3 問題の記述

営業日
コマ
コート
コーチ
生徒のレベル
人件費

データ

コーチのレッスン可能日時
コーチの担当可能レベル
コーチの時間単価
コーチの交通費



以前からある制約条件と今回導入した制約条件を満たした中で人件費を最小にするスケジュールを決定する。



5.1 記号の定義(1)

営業日 J : $J = \{1, 2, \ominus j_e\}$ $j_e = 6$

コマ K : $K = \{1, 2, \ominus k_e\}$ $k_e = 5$

コーチ I : $I = \{1, 2, \ominus i_e\}$ $i_e = 15$

コート・担当する生徒のレベル L : $L = \{1, 2, \ominus l_e\}$ $l_e = 4$



5.1 記号の定義(2)

コーチ*i*の1レッスンごとの給料: a_i

コーチ*i*の交通費(往復): b_i

$c_{il} = \begin{cases} 1: \text{コーチ}i \text{はレベル}l \text{のレッスンを担当することができる} \\ 0: \text{それ以外} \end{cases}$

$p_{ijk} = \begin{cases} 1: \text{コーチ}i \text{は}j \text{曜日の}k \text{コマにレッスンができる} \\ 0: \text{それ以外} \end{cases}$



5.2 決定変数

$$x_{ijkl} = \begin{cases} 1: \text{コーチ}i\text{が}j\text{曜日}k\text{コマに}l\text{コートでレッスンをを行う} \\ 0: \text{それ以外} \end{cases}$$

$$y_{ij} = \begin{cases} 1: \text{コーチ}i\text{は}j\text{曜日に出勤する} \\ 0: \text{それ以外} \end{cases}$$



5.3 目的関数

$$\text{minimize} \quad \sum_{i,j,k,l} a_i \cdot x_{ijkl} + \sum_{i,j} b_i \cdot y_{ij} \text{ ☹ (1)}$$



5.4 制約条件(1)

subject to

$$\sum_l x_{ijkl} \leq 1 \quad (\forall i \in I, \forall j \in J, \forall k \in K) \odot (2)$$

$$\sum_i x_{ijkl} = 1 \quad (\forall j \in J, \forall k \in K, \forall l \in L) \odot (3)$$

$$\sum_j y_{ij} = 3 \quad (i = 1) \odot (4)$$

$$\sum_{j,k,l} x_{ijkl} \geq 10 \quad (i = 1) \odot (5)$$

$$\sum_j y_{ij} = 5 \quad (i = 2,3) \odot (6)$$

5.4 制約条件(2)

$$\sum_{j,k,l} x_{ijkl} \geq 10 \quad (i = 2,3) \odot (7)$$

$$x_{ijkl} \leq y_{ij} \quad (\forall i \in I, \forall j \in J, \forall k \in K, \forall l \in L) \odot (8)$$

$$\sum_{j,k,l} x_{ijkl} \geq 10 \quad (i = 4,5) \odot (9)$$

$$\sum_{j,k,l} x_{ijkl} \geq 5 \quad (i = 6 \sim i_e) \odot (10)$$

$$\sum_{k,l} x_{ijkl} \leq 4 \quad (\forall i \in I, \forall j \in J) \odot (11)$$

$$x_{ijkl} \leq c_{il} \cdot p_{ijk} \quad (\forall i \in I, \forall j \in J, \forall k \in K, \forall l \in L) \odot (12)$$

6.1 作成したシステムの概要

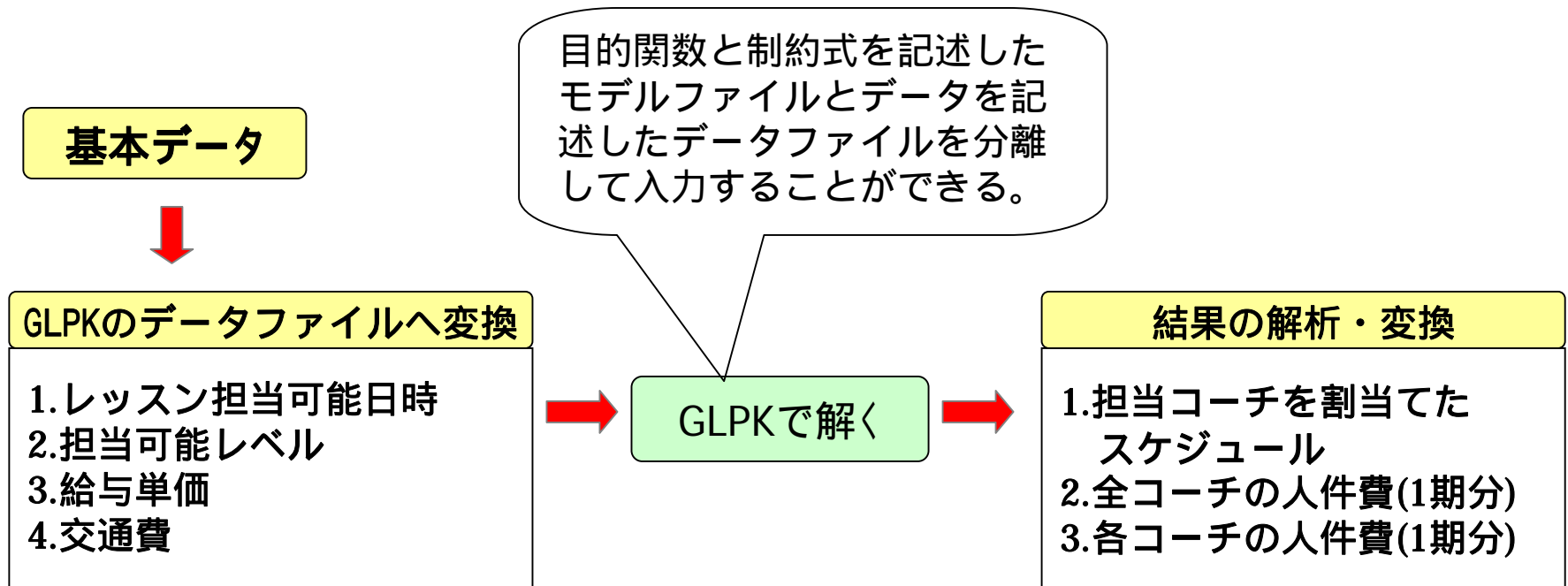


図3 システムの概要

6.2 システムの主画面

The screenshot shows a software window titled "Form1" with a light yellow background. On the left side, there are four buttons: "データ読み込み", "GLPKデータファイル作成", "出力", and "閉じる". In the center, there is a section for "全コーチの人員費(ヶ月)" with a text box containing "0". Below this, there are 18 individual input fields for each coach, labeled "コーチ1の人員費(ヶ月)" through "コーチ18の人員費(ヶ月)", each containing "0". At the bottom, there is a large empty table with a grid structure, likely for displaying the data entered.

図4 システムの主画面

6.3 基本データの概要

*コーチ人数	*コーチの単価	*コーチのレッスン担当可能日時
15	5000	6
	4000	月1ok
*コーチの担当可能レベル	3500	月2ok
上級	3200	月3ok
上級	3000	月4
上級	2600	月5
上級	2500	水1ok
上級	2400	水2ok
上級	2300	水3ok
上級	2200	水4ok
中級	2100	水5ok
中級	2000	木1ok
中級	1900	木2ok
中級	1800	木3ok
中級	1700	木4ok
初中級	0	木5ok
初中級	0	金1ok
初級	0	金2ok

図5 基本データ

6.4 GLPKのデータファイル

<pre>#teniss2.dat param J:=6; param K:=5; param I:=15; param L:=4; param C: 1 1 2 3 4:= 2 1 1 1 1 3 1 1 1 1 4 1 1 1 1 5 1 1 1 1 6 1 1 1 1 7 1 1 1 1 8 0 1 1 1 9 0 1 1 1 10 0 1 1 1 11 0 1 1 1 12 0 1 1 1 13 0 0 1 1 14 0 0 1 1 15 0 0 0 1;</pre>					<p>担当可能 レベル</p>				
<pre>param M:= 1 5000 2 4000 3 3500 4 3200 5 3000 6 2600 7 2500 8 2400 9 2300 10 2200 11 2100 12 2000 13 1900 14 1800 15 1700;</pre>					<p>時間単価</p>				
<pre>param N:= 1 1200 2 600 3 1000 4 600 5 700 6 800 7 900 8 1000 9 1000 10 1200 11 900 12 1200 13 900 14 600 15 1000;</pre>					<p>交通費</p>				
<pre>6 1 1 0 6 1 2 0 6 1 3 0 6 1 4 0 6 1 5 0 6 2 1 0 6 2 2 0 6 2 3 0 6 2 4 0 6 2 5 0 6 3 1 1 6 3 2 1 6 3 3 1 6 3 4 0 6 3 5 0 6 4 1 0 6 4 2 0 6 4 3 1 6 4 4 1 6 4 5 1 6 5 1 1 6 5 2 1 6 5 3 0 6 5 4 0 6 5 5 0 6 6 1 1 6 6 2 1 6 6 3 1</pre>					<p>担当可能 日時</p>				

図6 GLPKデータファイル

6.5 GLPKの求解結果

No.	Column name	Activity	Lower bound	Upper bound
1	X[1,1,1,1] *	1	0	1
2	X[2,1,1,1] *	0	0	1
3	X[3,1,1,1] *	0	0	1
4	X[4,1,1,1] *	0	0	1
5	X[5,1,1,1] *	0	0	1
6	X[6,1,1,1] *	0	0	1
7	X[7,1,1,1] *	0	0	1
8	X[8,1,1,1] *	0	0	1
9	X[9,1,1,1] *	0	0	1
10	X[10,1,1,1] *	0	0	1
11	X[11,1,1,1] *	0	0	1
12	X[12,1,1,1] *	0	0	1
13	X[13,1,1,1] *	0	0	1
14	X[14,1,1,1] *	0	0	1
15	X[15,1,1,1] *	0	0	1
16	X[1,1,1,2] *	0	0	1
17	X[2,1,1,2] *	0	0	1
18	X[3,1,1,2] *	1	0	1
19	X[4,1,1,2] *	0	0	1
20	X[5,1,1,2] *	0	0	1
21	X[6,1,1,2] *	0	0	1
22	X[7,1,1,2] *	0	0	1

図7 GLPKの求解結果

6.6 システムの出力画面

The screenshot shows a software application window titled "Form1". It contains several buttons on the left: "データ読み込み", "GLPKデータファイル作成", "出力", and "閉じる".

At the top, it displays "全コーチの人員費(ヶ月)" with a value of "4431600円". Below this, there are 18 input fields, each representing a coach's monthly personnel cost (e.g., "コーチ1の人員費(ヶ月)" with "642000円").

The bottom section is a table with 5 rows (labeled 1コマ to 5コマ) and 15 columns. The columns are grouped into three sets of four, labeled "月曜コート1-4", "水曜コート1-4", and "金曜コート1-3". Each cell in the table contains a specific coach ID (e.g., "コーチ1", "コーチ3", "コーチ13", "コーチ15").

	月曜コート1	月曜コート2	月曜コート3	月曜コート4		水曜コート1	水曜コート2	水曜コート3	水曜コート4		金曜コート1	金曜コート2	金曜コート3				
1コマ	コーチ1	コーチ3	コーチ13	コーチ15		コーチ2	コーチ1	コーチ8	コーチ7		コーチ2	コーチ5	コーチ14	コーチ13	コーチ2	コーチ3	コーチ7
2コマ	コーチ1	コーチ2	コーチ13	コーチ15		コーチ1	コーチ4	コーチ3	コーチ5		コーチ2	コーチ4	コーチ14	コーチ10	コーチ2	コーチ7	コーチ8
3コマ	コーチ1	コーチ3	コーチ14	コーチ15		コーチ7	コーチ8	コーチ4	コーチ1		コーチ5	コーチ10	コーチ14	コーチ13	コーチ6	コーチ8	コーチ3
4コマ	コーチ3	コーチ2	コーチ13	コーチ14		コーチ5	コーチ4	コーチ14	コーチ12		コーチ4	コーチ10	コーチ14	コーチ13	コーチ1	コーチ8	コーチ9
5コマ	コーチ1	コーチ3	コーチ14	コーチ13		コーチ7	コーチ5	コーチ12	コーチ14		コーチ5	コーチ11	コーチ13	コーチ4	コーチ2	コーチ8	コーチ14

図8 システムの出力画面



7.1 実験概要

実験1: 2009年 第1期(1月～3月)のデータを用いた実験
コーチ数15名:社員3名,フリーアルバイト2名,学生アルバイト10名

実験2: 2009年 第2期(4月～6月)のデータを用いた実験
コーチ数16名:社員3名,フリーアルバイト2名,学生アルバイト11名

作成したシステムは、3ヶ月ごとに使用するため、在籍コーチ数が変更されても、システムが正常に機能するかの確認を行った。



7.2 実験結果

表5 実験結果

	手作業での割当て	本研究での割当て	削減金額
実験1	480万6000円	443万1600円	37万4400円
実験2	467万4000円	438万6000円	28万8000円

- ・ 在籍コーチ数が増加・減少してもシステムは正常に機能した。

7.3 考察

求められた割当：

- ・ 人件費を削減。
- ・ 全ての制約条件を満たした。

GLPKで解く時間：約5時間程度



全ての作業：約5時間30分

8.まとめ

本研究では、M テニススクールを対象とし、「**割当て作業の省力化**」・「**人件費の削減**」を考慮したコーチ割当てシステムを作成した。

約5時間半を要するシステム

人件費を削減

作成したシステムは、性能・時間的に本テニススクールの実用に耐えるものであった。

規模の大きいスクールを対象とした場合、GLPKでは解くことが出来ない可能性もある。このような大規模な問題を扱う際には、今回とは異なる解法が必要となり、これは今後の課題である。



参考文献

- [1] 花本俊也：
「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」
平成17年度東京理科大学工学部経営工学科卒業論文,(2005)
- [2] GLPKスーパー簡易マニュアル
<http://mukunmmg.at.infoseek.co.jp/mmg/glpk/>
(最終閲覧日11/20)
- [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)

付録(割当て結果)

表5 本研究での割当て結果(実験1)

	月曜日	水曜日	木曜日
A	上級(2),中級(3),初中級(1),初級(14)	上級(1),中級(10),初中級(9),初級(14)	上級(3),中級(4),初中級(2),初級(11)
B	上級(1),中級(5),初中級(14),初級(6)	上級(1),中級(10),初中級(14),初級(13)	上級(3),中級(2),初中級(8),初級(16)
C	上級(7),中級(1),初中級(14),初級(5)	上級(1),中級(9),初中級(14),初級(15)	上級(4),中級(11),初中級(8),初級(16)
D	上級(5),中級(4),初中級(14),初級(6)	上級(1),中級(2),初中級(14),初級(15)	上級(3),中級(11),初中級(4),初級(16)
E	上級(5),中級(4),初中級(12),ジュニア(6)	上級(2),中級(9),初中級(13),ジュニア(15)	上級(4),中級(11),初中級(8),ジュニア(16)
	金曜日	土曜日	日曜日
A	上級(2),中級(3),初中級(10),初級(16)	上級(2),中級(7),初中級(3),初級(15)	上級(1),中級(12),初中級(4),初級(16)
B	上級(3),中級(2),初中級(9),初級(16)	上級(7),中級(3),初中級(5),初級(15)	上級(4),中級(1),初中級(11),初級(14)
C	上級(3),中級(10),初中級(9),初級(16)	上級(5),中級(2),初中級(13),初級(15)	上級(4),中級(12),初中級(14),初級(16)
D	上級(5),中級(10),初中級(8),初級(6)	上級(7),中級(5),初中級(2),ジュニア(13)	上級(1),中級(12),初中級(14),初級(16)
E	上級(6),中級(8),初中級(5),ジュニア(16)	上級(5),中級(3),初中級(13),ジュニア(7)	上級(4),中級(12),初中級(14),ジュニア(16)

表6 本研究での割当て結果(実験2)

	月曜日	水曜日	木曜日
A	上級(1),中級(2),初中級(3),初級(15)	上級(3),中級(1),初中級(2),初級(13)	上級(3),中級(8),初中級(13),初級(4)
B	上級(1),中級(9),初中級(5),初級(15)	上級(3),中級(1),初中級(14),初級(11)	上級(5),中級(3),初中級(7),初級(8)
C	上級(5),中級(9),初中級(5),初級(15)	上級(5),中級(11),初中級(13),初級(14)	上級(4),中級(5),初中級(13),初級(7)
D	上級(1),中級(9),初中級(10),初級(14)	上級(5),中級(1),初中級(14),初級(13)	上級(7),中級(4),初中級(13),初級(5)
E	上級(1),中級(5),初中級(14),ジュニア(10)	上級(5),中級(9),初中級(13),ジュニア(14)	上級(4),中級(5),初中級(13),ジュニア(7)
	金曜日	土曜日	日曜日
A	上級(3),中級(2),初中級(1),初級(7)	上級(2),中級(6),初中級(3),初級(14)	上級(2),中級(12),初中級(14),初級(15)
B	上級(4),中級(8),初中級(1),初級(3)	上級(3),中級(10),初中級(12),初級(14)	上級(6),中級(12),初中級(14),初級(11)
C	上級(4),中級(8),初中級(13),初級(14)	上級(3),中級(2),初中級(12),初級(10)	上級(2),中級(11),初中級(6),初級(15)
D	上級(4),中級(8),初中級(14),初級(13)	上級(2),中級(4),初中級(12),ジュニア(10)	上級(2),中級(11),初中級(6),初級(15)
E	上級(1),中級(4),初中級(14),ジュニア(13)	上級(4),中級(3),初中級(12),ジュニア(10)	上級(2),中級(6),初中級(11),ジュニア(15)



ご清聴ありがとうございました。