

音楽教室における時間割り・部屋割り作成システムの提案

小西 宏美（沼田 一道 助教授）

1. はじめに

4月は新生活スタートの時期である。音楽教室においても1年のうちで、教室をやめる生徒は3月に、入会する生徒は4月に一番多い。また、講師も他校との掛け持ちで教えている場合が多いため、他校との兼ね合いによって指導可能曜日、時間の変更が4月に起こりやすい。そこで、本研究で対象とするA音楽教室では4月に教室の新たな時間割り・部屋割り（ある曜日のある時間にある部屋で行われるレッスンの講師と生徒の組み合わせ）の作成が行われている。

現在、A音楽教室では手作業で一週間分の時間割り・部屋割りの作成が行われている。そこで、本研究では時間割り・部屋割り作成時間を短縮し、かつ生徒・講師・教室にとってより良い時間割り・部屋割りを作成するシステムを提案する。さらに、このシステムを用いて時間割り・部屋割りを作成し、その有用性を確認する。

2. 現状と問題点

A音楽教室では、時間割り・部屋割り作成は教室の事務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。その原因の1つとして、講師数約50名、生徒数約2000名、部屋数20と教室の規模が大きく情報量が多いことが挙げられる。さらに、講師1人が生徒1人を教える個人レッスン（1コマ使用）と講師1人が生徒複数人を同時に教えるグループレッスン（2コマ使用）が存在することや、部屋ごとに演奏可能楽器や収容可能最大人数が異なることなどにより複雑さが増している。

また現在、前年度のものを一部変更、追加することによって時間割り・部屋割りは作成されているため、予定が合わなくなり教室をやめる生徒が多い。さらに、講師が受け持つレッスンが長時間連続することもあり、体力的、精神的に辛いとの不満も少なからずある。

3. 時間割り・部屋割り作成問題

本研究では手作業で行っていた時間割り・部屋割り作成時間を短縮することを目的としてシステムを作成する。しかし、それによって作成を短時間で行えたとしても、生徒・講師・教室の三者にとって良くないものであっては意味がない。そこで本節では、本研究で提案するシステムを用いるために必要となる入力項目の整理とより良い時間割り・部屋割りであるための指標の設定を行う。

3.1 入力項目

入力項目は、生徒・講師・教室（部屋）の三者が入力するものに分けられる。

【生徒】

- レッスン希望科目
- レッスン形態（個人orグループ）
- レッスン可能曜日・コマ
- 希望講師

【講師】

- レッスン可能科目
- レッスン可能曜日・コマ

【部屋】

- 演奏可能な楽器
- 収容可能最大人数

3.2 良い時間割り・部屋割りとは

第一に、生徒の満足度を高めることを考える。生徒の希望にそうために、より多くの生徒が希望講師とレッスンを行えるようにすべきである。また、より多くの生徒がレッスン可能曜日・コマにレッスンを行えるようにすべきである。レッスン曜日・コマが生徒の希望にそえない場合は、事務担当者が講師・生徒間で調整を図らなくてはならないため、これは教室側の負担を軽減することにもつながる。

次に、レッスンの質を高めることを考える。講師が連続してレッスンを行っている際に連続コマ間で部屋を移動しなければならない場合、各コマ間での休憩時間はないため、移動時間分レッスン時間が減少してしまう。この時間を減らすために各レッスン間の部屋の移動回数を最小にする必要がある。また、講師から長時間連続してレッスンを行うと体力的、精神的に辛いとの不満が少なからずあるため、講師が連続して行うレッスンのコマ数を最小にする必要もある。

また、ここでの前提条件は以下の通りである。

- 1コマに生徒と講師は1レッスンしか行えない
- 生徒のレッスン希望科目と講師のレッスン可能科目が一致したとき割り当てを行う
- レッスンで使われる楽器とそれが行われる部屋の演奏可能楽器の一致
- 1レッスンの人数はそれが行われる部屋の収容可能最大人数を越えない
- 1コマに1部屋で行えるレッスンは1つ

3.3 より良い時間割り・部屋割りであるための指標の設定

本研究で提案するシステムで作成された時間割り・部屋割りが、生徒・講師・教室にとってより良いものであるかを判断するための指標を以下のように定める。

- 希望講師とレッスンを行えない生徒数を最小にする（目的関数1とする）
- レッスン可能曜日・コマにレッスンを行えない生徒数を最小にする（目的関数2とする）
- 講師が連続して行うレッスンのコマ数のうち最大のを、最小にする（目的関数3とする）
- 講師が連続してレッスンを行う場合、各レッスン間の部屋の移動回数を最小にする（目的関数4とする）

4. 解法

A 音楽教室の規模から、厳密な最適解を求めるのは困難である。また複数の目的関数が存在するため、発見的解法で解を求めた後に局所探索法で解の改善を図ることも難しい。

そこで、このシステムでは曜日・コマの並び順を変えて割り当てを行うことにより、1つの並び順につき1つの解が求められることに注目し、実行可能解の中からランダムに解を抽出することにした(図1)。そして、その中からより良いと思われる解を選ぶことによって時間割り・部屋割りを決定する。

また、部屋ごとに異なる制約などの組み合わせの難しさから、次の優先順位に従って割り当てを行う。

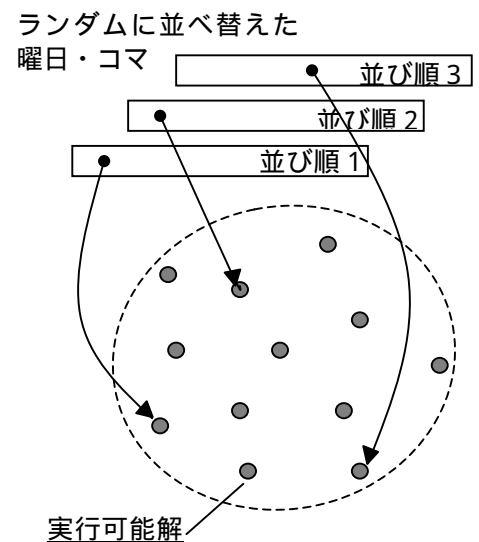


図1：ランダムな解の抽出

レッスン希望人数の多い科目を希望する生徒から割り当てる
グループレッスンを希望し、希望講師のいる生徒から割り当てる
継続年数の長い生徒から割り当てを行う

これらの優先順位に従うことによって、より多くの生徒の要求を満たすことができると考えられる。
具体的な手順は以下のように記述できる。

Step 1: レッスン希望科目とレッスン希望曜日・コマが一致する生徒と講師の組み合わせをすべてさがす。これらの集合を K とする。

Step 2: 曜日・コマをランダムに並べ替える。

Step 3: Step 2 で並べ替えた曜日・コマ順に K の中から生徒が要求するレッスンを行える空きコマをさがす。

Step 4: グループレッスンを希望し、希望講師がいる生徒の割り当て。

Step 5: グループレッスンを希望する生徒の割り当て。

Step 6: 希望講師がいる生徒の個人レッスンへの割り当て。

Step 7: Step 5 までに割り振られていない生徒の個人レッスンへの割り当て。

この手順を、講師が連続してレッスンを行う場合は各レッスン間の部屋の移動回数を最小にする、講師が連続して行うレッスンのコマ数を最小にするなどの方針に従って Step 3 の空きコマの選択を行うことによって、より良い時間割り・部屋割りが作成されるものと考えられる。

5．実験

本研究で提案する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時間割り・部屋割りを作成する。A 音楽教室の規模から、同規模のデータで実験を行うことは困難であるため、生徒数 200 人、講師数 6 人、部屋数 5、科目数 3、4 曜日、18 コマのテストデータで実験を行う。生徒・講師・部屋のデータは、実際のものに基づき作成した。このとき曜日・コマの並び順を 1000 通りランダムに発生させ、時間割り・部屋割り作成を行った。プログラムは Borland 社の Delphi6 で作成した。

6．実験結果と考察

時間割り・部屋割り作成に要する時間

200 人のデータを入力するために約 5 時間を要した。生徒 200 人、講師 50 人のデータを入力するためには約 50 時間必要になると考えられる。また、1000 通りの時間割り・部屋割り作成に要した時間は約 25 秒程度であった。

このことから、データ入力作業を事務担当者が 3 人で行い、本研究で提案するシステムを用いて時間割り・部屋割りを行うことにより、3 日程度あれば作成できるものと考えられる。

求められた解の質

実験結果として出力された目的関数を散布図として図 2・3 に表した。また、本研究では目的関数が 4 つあるため、それらのすべてで自分より良い値を持つ解が存在しなければその解が非劣解となる。そこで、非劣解のみを全列挙し、その中からより良いものを選ぶことにする。

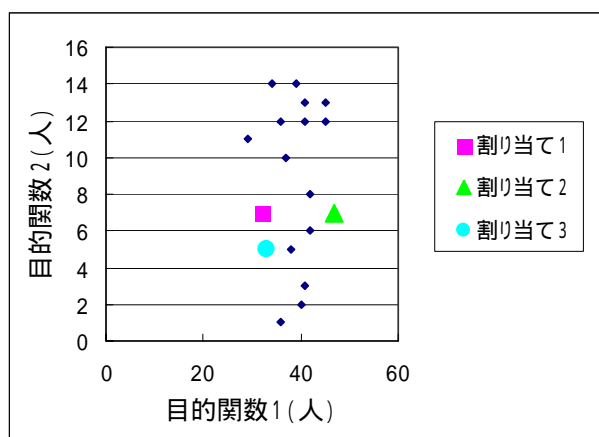


図2：実験結果(目的関数1と目的関数2)

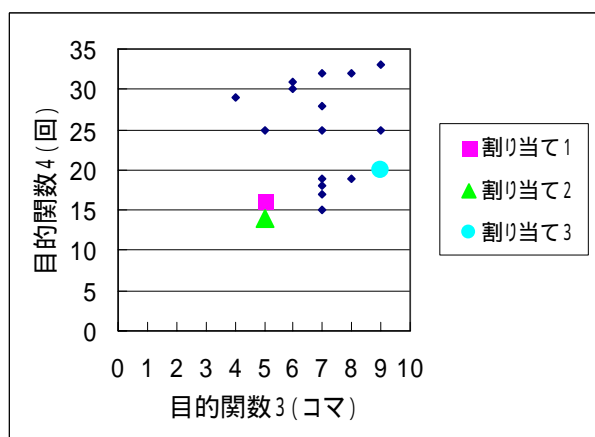


図3：実験結果(目的関数3と目的関数4)

図3より、割り当て1と2は両者とも優れたもののように思われる。しかし図2で見ると、割り当て1は同じように優れているが、割り当て2は他のものより劣っている。また、図2で割り当て1と値の近い割り当て3について図3で見ると、こちらでは他のものより劣っている。このことから、割り当て1が生徒・講師・教室にとって最もバランスのよいものであると考えられる。

このようにテストデータからバランスの良い解が求められたことから、実際と同規模のデータについても同様の解が求められるものと期待される。

7. まとめ

A音楽教室における時間割り・部屋割り作成は、生徒の要求を最大限満たしつつ、講師・教室の負担を軽減しレッスンの質を保つ必要がある。しかし、従来の試行錯誤による手作業では事務の負担が膨大になり、生徒や講師の要求にも充分こたえられていない。このように複数の目的関数が存在し、扱うデータ量が多量になる時には、本研究で提案する解法が有効と考えられる。

そこで、本研究では時間割り・部屋割り作成時間を短縮することを目的としてシステムを作成し、かつ客観的な数値を用いてその有用性を確認した。その結果、このシステムを用いた時間割・部屋割り作成は、事務の作業負担も現実的な範囲に留まることがわかった。また、計算機実験の結果、生徒の要求を満たし講師の負担を軽減するバランスの良い時間割・部屋割りが求められた。

しかし、講師の得意なジャンル、生徒の定性的な要望(どの様な教え方を望んでいるのか)など数値では表せない指標については本研究で提案したシステムでは対応できない。これらに対しては本研究で提案した方法により出力された案を基として、特別な要望のある生徒の事前割り当てを行ったり、時間割り・部屋割り作成後に手を加えるなど、最終的には人が関与する必要があると思われる。

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]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)

7. まとめ

A 音楽教室における時間割り・部屋割り作成は、生徒の要求を最大限満たしつつ、講師・教室の負担を軽減しレッスンの質を保つ必要がある。しかし、従来の試行錯誤による手作業では事務の負担が膨大になり、生徒や講師の要求にも充分こたえられていない。このように複数の目的関数が存在し、扱うデータ量が多量になる時には、本研究で提案する解法が有効と考えられる。

そこで、本研究では時間割り・部屋割り作成時間を短縮することを目的としてシステムを作成し、かつ客観的な数値を用いてその有用性を確認した。その結果、このシステムを用いた時間割り・部屋割り作成は、事務の作業負担も現実的な範囲に留まることがわかった。また、計算機実験の結果、生徒の要求を満たし講師の負担を軽減するバランスの良い時間割り・部屋割りが求められた。

しかし、講師の得意なジャンル、生徒の定性的な要望（どの様な教え方を望んでいるのか）など数値では表せない指標については本研究で提案したシステムでは対応できない。本研究で提案した方法により出力された案を基として、特別な要望のある生徒の事前割り当てを行ったり、時間割り・部屋割り作成後に手を加えるなど、最終的には人が関与する必要があると思われる。

今後の課題としては、講師の得意なジャンル、生徒の定性的な要望（どの様な教え方を望んでいるのか）など数値では表せない指標の扱いがあげられる。本研究で提案したシステムではこれらに対応することができない。しかし、本研究で提案する案を基として、特別な要望のある生徒の事前割り当てを行ったり、時間割り・部屋割り作成後に手を加えるなど、人が関与することによりこの問題はある程度改善されるものと考えられる。