

日程調整における自然な選好を用いた幹事業務支援

橋本 歩[†] 小林 亜樹[†]

[†] 工学院大学大学院工学研究科 〒163-8677 東京都新宿区西新宿 1-24-2

[†] 工学院大学情報通信工学科 〒163-8677 東京都新宿区西新宿 1-24-2

E-mail: [†]cm10032@ns.kogakuin.ac.jp, ^{††}aki@cc.kogakuin.ac.jp

あらまし 近年、様々な Web サービスが普及しており、会合など複数人の都合を考慮して開催日時を決める日程調整を支援する Web サービスがある。日程調整の際、各参加候補者の出席可能な日時を事前に知る必要があり、一般に参加候補者それぞれから逐一、手紙や電話で知らせてもらう方法があるが、日程調整の Web サービスでは、参加候補者は好きな時間を見計らって簡単な入力方法を用いて Web 上に出席可能な日時を表明すれば良いため、手紙や電話を用いるより効率的である。しかし、日程調整では、開催日時を決定する必要があり、現 Web サービスでは人の思考を考慮した開催日時に適した候補日時を推薦する機能はない。そのため、現 Web サービスを用いても開催日時を決定する手間は十分に削減されていないといえる。そこで、人の思考を考慮した開催日時として順位付けした候補日時を提示することで、開催日時を決定する手間を削減できると考えられる。本研究では、順位付けアルゴリズムを提案し、その妥当性を示す。

キーワード 日程調整, 順位付け

Managing support using natural preference on meetings and events scheduling

Ayumu HASHIMOTO[†] and Aki KOBAYASHI[†]

[†] Graduate School of Engineering, Kogakuin University Nishishinjuku 1-24-2, Shinjuku-ku, Tokyo, 163-8677 Japan

[†] Faculty of Engineering, Kogakuin University Nishishinjuku 1-24-2, Shinjuku-ku, Tokyo, 163-8677 Japan
E-mail: [†]cm10032@ns.kogakuin.ac.jp, ^{††}aki@cc.kogakuin.ac.jp

Abstract Recently, Web services become popular. There are Web services to support scheduling that determine conference time such as meeting considering several participants convenience. During scheduling, the decision needs to know that each participant possible attendance time. In general, each participant point by point tells his own available attendance time using letter or phone. If we use Web scheduling services, participants can tell the decision only easy input on choose at his own favorite time discretion. therefore, it's services are efficient than letter or phone. During scheduling, the decision needs to determine conference time. But, if we use active Web scheduling services, the decision won't cut enough time because of no functions to recommend time for conference time in consider human thinking. therefore, it recommend ranked time for conference time in consider human thinking. We propose ranking algorithm and show validity of the algorithm.

Key words scheduling, ranking

1. 背景と目的

会合など複数人で一つの日時に集まる必要があるイベントにおいて、それぞれの都合を考慮し開催日時を決定する作業が必要である。本研究では、その作業を日程調整と名付ける。一般に、それぞれの参加候補者がそれぞれに連絡を取り合うのは効率が悪い。そこで、幹事という取りまとめ役を選出し、幹事が

まとめて参加候補者に都合を尋ね、幹事の判断で開催日時を決定する。そのために幹事は参加候補者それぞれに連絡を取ったり、それぞれの都合から最適な日時を決定したりと面倒である。

そこで、日程調整を支援する Web サービスが存在する [1] [2] [3] [4] [5] [6] [7] [8]。代表的な機能は幹事が候補日時を入力し、参加候補者に出席の都合を入力する URL を通知すると、Web 上でそれぞれの参加候補者の都合を整理してくれる。これによ

り、幹事が参加候補者それぞれに都合を聞きまわる手間が減る。しかし、幹事は全ての候補日時の参加候補者の都合を比較し開催日時を決定する必要があり、その手間は削減されていない。

そこで、本研究では、幹事の開催日時を決定する手間を削減することを目的とする。開催日時を決定する際、開催日時として適した順に順位付けした結果を幹事に提示することで、幹事は上位のみ見て開催日時を決定することができ、手間が削減できる。本研究では、日程調整において、開催日時として適した順に候補日時を順位付けするアルゴリズムを提案する。ここで、同順位に複数の候補が含まれると幹事の手間の軽減が十分にされないと考えられるため、本研究では、まったく同じ出席可能者の候補日時は存在しないものとし、全ての候補日時に一意の順位付けをする。

日程調整についての研究が進められている。

全員の都合の着く日時を求めるシステムを提案する研究 [9] [10] があるが、必ず全員の都合の着く日時が存在するとは限らないためふさわしくないと見える。また、ある条件を満たすまで日程調整をし続けるシステムを提案する研究 [11] [12] があるが、これも必ず条件を満たす日時が存在するとは限らないことや条件を満たすまで出欠席を何度も入力するのは参加候補者の負担になるためふさわしくないと見える。本研究では、参加候補者に一度尋ねた出欠席から適した日時を推薦することで、参加候補者の手間を抑えるものとする。

2. モデル化

2.1 一般的な日程調整のモデル化

日程調整は幹事と参加候補者 $c_k (k = 1, 2, 3, 4, \dots, X)$ で構成するものとする。幹事が日程調整を取り仕切り、参加候補者に都合を尋ねたり、開催日時の決定を行う。参加候補者は幹事に対してイベントに出席する意思があることを表明している人とする。ここで、幹事は参加候補者に含んでも含まなくても構わない。

幹事は開催日時を決定するために、全ての参加候補者の出席出来る日時、出来ない日時を知る必要がある。

そこで、幹事は開催日時の候補として候補日時 $day_i (i = 1, 2, 3, 4, \dots, M)$ を設定し、候補日時の範囲で参加候補者に都合を尋ねる。参加候補者は候補日時に対して出席できるか否かを幹事に伝える。

これに対し、Web 上のカレンダーに自分の予定を書き込む Web カレンダーサービス [13] では、他人に公開することも可能であるため、各参加候補者が Web カレンダーの情報を幹事に公開することで、幹事は参加候補者の都合を全て知ることができる。しかし、それは幹事に対して必要以上の情報を与えることになり、個人情報の観点から望ましくないと考えられるため、ここではそのようなサービスは考えない。

幹事は参加候補者の都合を整理する。表 1 に例を示す。ここでは、候補日時に対して参加候補者が出席可能であれば、出席不可能であれば \times と表記している。本研究では、出席可能か出席不可能かの 2 値で扱うものとし、あいまいな出欠席は扱わないものとする。

本研究での一般的な日程調整の手順を次に示す。

- (1) 幹事が参加候補者に候補日時を提示
 - (2) 参加候補者が幹事に各候補日時の出欠席を提示
 - (3) 幹事は参加候補者の出欠席を \times 表にまとめる
- 本研究では、この \times 表より幹事が開催日時として適した候補日時を選択するものとする。

表 1 \times の出欠表

$day_i \setminus c_k$	1	2	3	...	k	...	X
1			\times	...	\times	...	
2		\times	\times	...	\times	...	
3		\times	\times	...	\times	...	
\vdots		\vdots	\vdots	\ddots	\vdots	...	\vdots
i	\times		\times	\times
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\ddots	\vdots	\ddots	\vdots
M			\times	\times

2.2 一般的な日程調整のモデルにおける幹事の自然な選好

表 1 において、参加候補者 k の候補日時 i における出欠席を a_{ik} としたものを表 2 に示す。 $a_{ik} = 1$ ならば出席可能、 $a_{ik} = 0$ ならば出席不可能とする。

すると、2 の内容による行列において、適切な候補日時の行を選択する問題として、日程調整の定式化ができる。このような状況下での幹事の日程決定の思考を想定する。一般に、多くの出席者が求められることから、幹事は出席可能者数が多い候補日時に着目すると考えられる。そこで本研究では、出席可能者数が多いほど良いものとする、 $\sum_{k=1}^X a_{ik}$ の値が大きいほど開催日時として適していることになり、 $\sum_{k=1}^X a_{ik}$ が最大となる候補日時 i が最適な候補日時となる。実際、日程調整の Web サービスにおいて、出席可能者数が多い順に候補日時を順位付けし、幹事に提示する機能を持つものもある [2]。

しかし、幹事は単純に出席可能者数の多少のみを見て判断しているわけではないと考えられる。イベントにおける各参加候補者の重要性を鑑みて、出席を強く求められる参加候補者とそうでない参加候補者などに分けて考え、出席可能者数が多くてもイベントに重要な人が出席できないのであれば、開催日時として不適当であると判断すると考えられる。本研究では、その参加候補者に出席してほしいと幹事が望む度合いを出席待望度合いと定義する。出席待望度合いの例を示す (表 3)。ここでは、それぞれのイベントにおける参加候補者の出席待望度合いを表している。このような出席待望度合いが順位付けに影響していることが考えられるが、 \times 表ではその情報が含まれていない。そこで、本研究では、出席待望度合いを適当に表現し、表に取り込む。

出席待望度合いのような要素毎の重要度などを表現する方法として、もっとも一般的なのは重み付け手法である [14]。重み付け手法では、出席待望度合いを重み値で表現し、出席待望度合いが高い人ほど大きい重みを付ける。各候補日時の出席可能

者の重みの総和を算出し、その値が大きいほど開催日時として適しているなどとする。

重み付け手法の問題点は、出席待望度合いに応じた適切な重みの値を設定する点である。パーティーで一番出席待望度合いが高い主役は必ず出席が求められるが、会合で一番出席待望度合いが高い委員長は必ず出席が求められるとは言い切れない。このように、イベントの内容によって出席待望度合いを表す適切な重みは大きく異なり、イベント毎に最適な重みを付与する必要があり、あらかじめ一定の重みを定めるなどの単純な手法は採れない。

これに対し、あらかじめ重みを設定せず幹事に重みの値を決定させる方法も考えられるが、重みの値に関する知識が求められることや、幹事は各参加候補者の実数的な重みを意識していないだろうことから、幹事は適した重みの付与はできないと考えられる。

おそらく、幹事は参加候補者を出席待望度合いより分類し、分類した集合毎の出席可能者数より開催日時を決定していると考えられる。そこで本研究では、出席待望度合いより参加候補者を分類することに留めることで、出席待望度合いを優先度レベルとして表現し、幹事の自然な選好を再現する。

表 2 x の出欠表の数値表記

$day_i \setminus c_k$	1	2	3	...	k	...	X
1	a_{11}	a_{12}	a_{13}	...	a_{1k}	...	a_{1X}
2	a_{21}	a_{22}	a_{23}	...	a_{2k}	...	a_{2X}
3	a_{31}	a_{32}	a_{33}	...	a_{3k}	...	a_{3X}
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	...	⋮
i	a_{i1}	a_{i2}	a_{i3}	...	a_{ik}	...	a_{iX}
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
M	a_{M1}	a_{M2}	a_{M3}	...	a_{Mk}	...	a_{MX}

表 3 出席待望度合いの例

イベント内容 \ 出席待望度合い	高い	普通	低い
パーティー	主役	準備係り	友人ら
会合	委員長	副委員長/書記	委員ら

3. 提案手法

3.1 優先度モデル (提案モデル)

幹事は参加候補者に対して優先度レベル $p_j (j = 1, 2, 3, 4, \dots, N)$ を付与する。優先度レベルを付与した例を表 4 に示す。ここでは、出席待望度合いが高い参加候補者ほど小さい j を付与するものとする。すると、参加候補者を優先度集合 $P_j (j = 1, 2, 3, 4, \dots, N)$ 毎の同値類として扱うことができる。このとき、幹事は日程を決定する際、出席可能者数の大小を基に判断を行っているものとでき、その数値のみを用いた判断モデルとして定式化できる。そこで、各候補日時毎の出席可能者の人数を優先度集合毎に表記したものを表 5 に示す。表 5 には幹事の自然な選考における必要情報が含まれているものとし、この表より幹事の自然な選好を想定する。

優先度モデルの日程調整の手順を次に示す。

- (1) 幹事が参加候補者に候補日時を提示
- (2) 参加候補者が幹事に各候補日時の出欠席を提示
- (3) 幹事は参加候補者の出欠席を \times 表にまとめる
- (4) 幹事は各参加候補者に優先度レベルを付与する
- (5) 優先度レベル毎に出席可能者数をまとめ、表記する

表 4 優先度レベル付与の例

優先度 p_j	1	2	3
イベント内容 \ 出席待望度合い	高い	普通	低い
パーティー	主役	準備係り	友人ら
会合	委員長	副委員長/書記	委員ら

表 5 優先度モデルでの出欠表

$day_i \setminus P_j$	1	2	3	...	j	...	N
1	3	2	2	...	1	...	2
2	2	3	1	...	3	...	4
3	2	4	0	...	2	...	2
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	...	⋮
i	2	1	3	...	3	...	1
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
M	0	2	3	...	3	...	2

3.2 優先度モデルの解法概要

表 5 において、候補日時 i における優先度レベル j の出席可能者数を a_{ij} としたものを表 6 に示す。

幹事の自然な選好を想定する。

幹事は $(a_{m1} < a_{n1}) \wedge (a_{m2} < a_{n2}) \wedge (a_{m3} < a_{n3}) \wedge \dots \wedge (a_{mX} < a_{nX})$ となる場合、候補日時 m は候補日時 n に対して、どの優先度レベルの出席者数も劣っているため、候補から取り除くだろう。逆に、候補日時 n は候補として残るだろう。この選好原理はパレート原理の優越関係に等しい。このときパレート原理では、候補日時 n は候補日時 m に優越するという。

では、 $(a_{m1} < a_{n1}) \wedge (a_{m2} > a_{n2}) \wedge (a_{m3} < a_{n3}) \wedge \dots \wedge (a_{mX} > a_{nX})$ の場合はどうだろう。この場合、どちらも甲乙付けがたいとして、どちらも候補として残るだろう。この場合、パレート原理では、互いにパレート最適であるという。

幹事はパレート原理に近い考えから開催日時を決定していると考えられる。

本研究では、パレート原理の考えに基づき順位付けを行っている研究を応用し、日程調整の順位付けのアルゴリズムを構築する。

表 6 優先度モデルでの出欠表の数値表記

$day_i \setminus P_j$	1	2	3	...	j	...	N
1	a_{11}	a_{12}	a_{13}	...	a_{1j}	...	a_{1N}
2	a_{21}	a_{22}	a_{23}	...	a_{2j}	...	a_{2N}
3	a_{31}	a_{32}	a_{33}	...	a_{3j}	...	a_{3N}
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	...	⋮
i	a_{i1}	a_{i2}	a_{i3}	...	a_{ij}	...	a_{iN}
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
M	a_{M1}	a_{M2}	a_{M3}	...	a_{Mj}	...	a_{MN}

3.3 パレート原理

パレート原理は、イタリアの経済学者 Vilfredo Federico Damaso Pareto によって発案され、経済学における意思決定原理としてその端を発し、その後社会科学の多くの分野において用いられる選好原理である。特にパレート原理は、多目的最適化問題において用いられる。多目的最適化問題とは、複数の目的関数が互いに競合する中で、最大化(最小化)する解を求める問題であり、全ての目的関数値が最良となる最適解は存在しない。そこで、ある目的関数値を改善するために少なくとも1つの他の目的関数値を改悪せざるを得ないような解を求める。これはパレート最適解または、skyline と呼ばれる。

本提案モデルでは、候補日時を解とし、各優先度レベルの出席可能者数を目的関数とし、ある候補日時が他のある候補日時に対して全ての優先度の出席可能者数も少なくない値をとった時、その候補日時を優越するという。また、ある候補日時が他の全ての候補日時に対して優越されない時、その候補日時をパレート最適解とし、その集合をパレート最適解集合とする。本研究では、パレート最適解集合に属さない候補日時を補集合と呼ぶ。

これより、パレート最適解集合に開催日時としてふさわしい候補日が存在すると考えられるが、本研究で目的とする順位付けはできない。そこで、筆者らは、パレート原理を応用し順位付けを行う方法として減数的パレート順位を提案している。

3.4 減数的パレート順位 [15]

減数的パレート順位はパレート原理を応用し、順位付けを行う手法の一つである。減数的パレート順位では、目的関数間に順位付けが可能な場合、順位の高い目的関数は順位の低い目的関数よりも重要であるとし、パレート最適解集合とその補集合に分類した後、パレート最適解集合において、一番順位が低い目的関数を除外し、それ以外の目的関数を用いてさらにパレート最適解とその補集合に分類し、これを繰り返す。さらに、補集合においても再帰的に繰り返すことで一つの集合に複数の解が含まれることなく、よりパレート最適解に残った解から高い順位を付けることで順位付けを行う。

3.5 提案手法のアルゴリズム (減数的パレート順位の実用による解法)

本研究では、減数的パレート順位を提案モデルに適用し、順位付けを行う。

順位付けのアルゴリズムを次に示す。

全ての候補日時を集合 S_0 する。集合 S_0 において、優先度集合 $P_j (j=1, 2, 3, \dots, N)$ 毎に属する参加候補者の出席可能者数より、パレート最適集合 T とその補集合 U に分類することを再帰的に行い、集合 S_0 の要素全てに順位付けを行う。この処理毎の開始状態を (S, n, r) と表す。 r は要素の順位を示す。 n は優先度集合 P_n 以下の出席可能者数のみを用いることを示す。

アルゴリズムは、初期状態を $(S_0, N, 1)$ として、ステップ A へ。

ステップ A (S, n, r) について、パレート最適集合 T と補集合 U に分割する。

パレート最適集合 T について、 (T, n, r) として、ステップ B

へ。

補集合 U について、 $(U, N, r+t)$ として、再帰的にステップ A へ $(t = |T|)$ 。

ステップ B (S, n, r) について

$n = 1$ の場合、 S の要素を r 位とする。

$n = 2$ の場合、 $(S, n-1, r)$ として、ステップ A へ。

4. 評価実験と考察

4.1 概要

本提案手法が日程調整において妥当な順位を示すことを確かめるために評価実験を行った。

複数の被験者に、仮想のシチュエーション(表7)を伝え、それぞれのシチュエーション $S1 \sim S3$ において順位付けに必要な情報(表8)を見せ、それぞれのシチュエーションにおいて幹事の立場でそれぞれの候補日時を順位付けをしてもらった。その被験者によって判断された順位付け結果を正解とし、提案手法の順位付けと比較した。

優先度レベル数は4とした。また、本来ならば幹事が参加候補者に優先度レベルを付与するが、ここでの参加候補者は仮想の人物のため、被験者が幹事として適切な優先度レベルを付与するのは難しいとし、あらかじめ付与した。

例えば、表7より、 $S1$ では、特定の一人の参加候補者 A さんの出席が強く求められるため、A さんを一番高い優先度集合 p_1 に割り振り、その他の参加候補者は5人ずつ $p_2 \sim p_4$ に割り振った。表8より、 day_1 は、A さんのみ出席可能であることを示しており、 day_2 は、A さんは出席できず、またそれぞれの優先度集合で1人ずつ出席できないことを示している。 day_3 は、一番低い優先度集合の人のみ全員出席可能であることを示している。

評価基準として、それぞれの被験者の順位付け結果と提案手法の順位付け結果の順位相関係数を算出した。

比較手法として、重み付け手法を用いた。重み値は4段階 $w_j (j = 1, 2, 3, 4)$ として適当に付けたものを4種類 (type1 ~ type4) 設定し、それぞれを比較手法とした(表9)。提案手法と同じく、被験者の順位付け結果との順位相関係数を算出した。

表7 イベント内容

S_1	特定の一人の参加候補者の出席が必ず求められる
S_2	特定の一人の参加候補者の出席が他の参加候補者に比べて強く求められる
S_3	各参加候補者の出席待望度合いに大きな違いがない

表8 アンケート内容

	P_j 毎の人数				d_i における P_j 毎の出席可能数 (P_1, P_2, P_3, P_4) (人)				
	P_1	P_2	P_3	P_4	day_1	day_2	day_3	day_4	day_5
S_1	1	5	5	5	(1,0,0,0)	(0,4,4,4)	(0,0,0,5)	(1,3,1,1)	(1,4,0,0)
S_2	1	10	20	20	(1,0,0,0)	(0,5,10,15)	(0,13,10,0)	(1,5,6,10)	(1,7,10,8)
S_3	5	5	10	10	(5,5,3,6)	(5,0,0,0)	(4,1,1,1)	(3,3,2,2)	(1,5,5,10)

表 9 比較手法の重みの値

type \ w	w_1	w_2	w_3	w_4
1	4	3	2	1
2	13	12	11	10
3	10^3	10^2	10	1
4	10^8	10^4	10^2	1

4.2 実験結果と考察

実験結果を表 10 に示す。相関の強さを $1 \sim -1$ の間で取り、1 に近いほど相関が強いことを示す。表 10 は、シチュエーション毎の比較手法毎の相関値の平均を算出した結果である。

表 10 実験結果

	提案	type1	type2	type3	type4
S1	0.6	0.2	0.2	0.93	0.93
S2	0.73	0.53	0.26	0.73	0.2
S3	-0.06	-0.1	-0.4	-0.93	0.93

また、各シチュエーション毎に相関が高い順に順位付けしたものを表 11 に示す。表 11 より、提案手法は全てのシチュエーションにおいて 3 位以内の相関にある。対して、比較手法は必ずどれかのシチュエーションにおいて 4 位以上の相関を含んでいることが分かる。したがって、本提案手法は極端に悪い結果を導くことはないといえる。これは、例えば上位から順に候補日時の決定を精査するような幹事の行為を想定すると、最悪の手法を避けることができることを意味する。

表 10 の比較手法の相関値に着目すると、どれかのシチュエーションにおいて高い相関を示していることが分かる。これより、シチュエーション毎に比較手法を使い分けることができるならば、提案手法より高い相関での順位付けが可能である。しかし、前にも述べたようにイベント毎に異なる重みの値を正確に設定することは困難であり、重み値を使い分けるのはふさわしくない。

表 10 の提案手法の相関値に着目すると、シチュエーションにより多少相関が上下するのが分かる。それについては今後の課題である。

表 11 各手法の順位

	提案	type1	type2	type3	type4
S1 位	3 位	4 位	4 位	1 位	1 位
S2 位	1 位	3 位	4 位	1 位	5 位
S3 位	2 位	3 位	4 位	5 位	1 位

文 献

- [1] ニフティ株式会社, “生活支援サイト”, http://business.nifty.com/help/help_schedule.html, 参照 Dec. 2,2011
- [2] 株式会社インフォアロー, “伝助”, <http://www.densuke.biz/>, 参照 Dec. 2,2011
- [3] 株式会社リクルート メディアテクノロジーラボ, “調整さん”, <http://chouseisan.com/>, 参照 Dec. 2,2011
- [4] 株式会社リクルート, “調整くん”, <http://www.hotpepper.jp/doc/chousei/>, 参照 Dec. 2,2011
- [5] 株式会社ザクろ, “いい幹事”, <http://host.zakura.jp/>

- yozakura/, 参照 Dec. 2,2011
- [6] ルミックス・インターナショナル株式会社, “スケジュール調整システム ちょー助”, <http://chosuke.rumix.jp/>, 参照 Dec. 2,2011
- [7] 株式会社アマネク, “トントン”, <http://tonton.amaneku.com/>, 参照 Dec. 2,2011
- [8] pjam 事務局, “pjam”, <http://pjam.jp/pc/>, 参照 Dec. 2,2011
- [9] 木村真一, 影本憲五, 川村尚生, 菅原一孔, “モバイルエージェントに基づく会議日程調整システム”, 情処論, Vol.46, No.12, pp.3123-3126, 2005
- [10] 中村信明, 沢村一, “閲覧板プロトコルを用いたスケジュール調整エージェント構築に関する一考察”, 情処全大, pp.2-376-2-377, 1997
- [11] 川上義雄, 新谷虎松, “提携ゲームに基づくスケジューリング支援システムについて”, 情処全大, pp.2-323-2-324, 1997
- [12] 片岡章, 喜田弘司, 垂水浩幸, “エージェント間交渉による会議時間調整支援”, 情処全大, pp.4-229, 1997
- [13] google, “google カレンダー”, <https://www.google.com/calendar/render>, 参照 Dec. 12,2010
- [14] 城谷貴志, 庭野栄一, 篠原章夫, 武石英二, 藤原進, “個人の意図を反映させたスケジュール調整法の考察”, 情処全大, 3j-8, pp.3-630, 1998
- [15] 小林亜樹, 山岡克式 “減数的パレート順位”, 信総大, D-4-4, p.40, 2002