

京都大学工学部 学生会員 ○秋山 昇一
 京都大学大学院工学研究科 正会員 松島 格也
 京都大学経営管理大学院 フェロー 小林 潔司

1 はじめに

フェイス・トゥ・フェイスのコミュニケーションは人間がアイデアや知識を交換するための重要な手段である。異質な個人によるコミュニケーションにおいては、特定の個人にミーティングの申込みが殺到する information pollution が生じる可能性がある。また、ミーティングの履歴を限定的に記憶できる限定合理的な個人を仮定した場合、特定の個人同士がミーティングを繰り返しコミュニケーション相手の階層化 (sorting) が起こりうる。本研究では、有限の記憶容量を持つ異質な個人同士が繰り返すミーティング過程をモデル化し、information pollution や sorting が発生するメカニズムを分析する。

2 ミーティング過程のモデル化

2.1 モデル化の前提

異質な個人がミーティングを繰り返すミーティング過程をとりあげる。今、ある都市内に m 人の個人が生活し、互いにミーティング相手を探索しているとしよう。ミーティングの形成する事象が希少であり、微小時間 $\Delta t (= (t+1) - t)$ の間に申込みがあるミーティングの数は1であるとする。すなわち任意の時刻 t においてミーティングを申し込む一人の個人がランダムに選ばれる。個人 $i (i \in [1, m])$ は過去に行ったミーティングの履歴を記憶するが、その記憶容量には限界がある。時刻 t においてミーティング相手を探索する際の戦略集合 $B_i(t)$ は、1) 記憶容量の内にある個人を要素とするミーティング集合 $A_i(t)$ から探索する戦略1と、2) 記憶容量外の個人の集合 $\bar{A}_i(t)$ から新たに探索する戦略0とから構成される。任意の時刻 t において個人 i がミーティングを行った相手 j が $A_i(t)$ の要素でない場合、個人 j は新たに $A_i(t)$ の要素に追加される。 $A_i(t)$ の要素数が容量に等しい場合、ランダムに選ばれた $j' \in A_i(t)$ が

$A_i(t)$ から $\bar{A}_i(t)$ へ移動する。個人 i が個人 j とミーティングを行った際に獲得できる効用は v_j であるとする。また、同一の個人と繰り返しミーティングを行った場合、2回目以降は $[0, t]$ の間でミーティングに成功した回数 $n_{1,ij}^s(t)$ に比例して獲得できる効用は減少する。しかし、戦略選択時、個人 j を選択しなかった回数 $n_{1,ij}^n(t)$ に比例して、獲得効用は増加するものとし、 $v_{ij}(t) = v_j - \alpha \cdot n_{1,ij}^s(t) + \beta \cdot n_{1,ij}^n(t)$ としよう (α, β は定数)。この仮定は同一の個人とのコミュニケーションが時間とともに陳腐化することを表している。

2.2 ミーティング行動のモデル化

時刻 t において選ばれた個人 i の行動について考えよう。個人はより大きな効用が得られる戦略を選択する。時刻 t において戦略0を採用した時に獲得できる効用の期待値を $R_{\bar{A}_i}(t)$ 、戦略1を採用した時に獲得できる効用の期待値を $R_{A_i}(t)$ とすれば、時刻 t において個人 i が獲得する効用の期待値は、

$$R_i(t) = \max(R_{A_i}(t), R_{\bar{A}_i}(t)) \quad (1)$$

と表される。個人 i が戦略1を採用した場合、 $A_i(t)$ のなかから、同集合に所属する個人のうちミーティングを実施したときに最大の期待値を与える個人 j を選択するとする。一方戦略0を選択した場合、全個人とミーティングを行った場合の期待値として $R_{\bar{A}_i}(t)$ が計算される。すなわち、

$$R_{A_i}(t) = \max_{j \in A_i(t)} [(v_{ij}(t)) \cdot E^s[P_{1,ij}(t)]] \quad (2-a)$$

$$R_{\bar{A}_i}(t) = (\bar{v}) \cdot E^s[P_{0i}(t)] \quad (2-b)$$

で表される。 $E^s[P_{1,ij}(t)]$ は個人 i が考える個人 j におけるミーティングの主観的成功確率であり、期間 $[0, t]$ において j に申し込みを行った回数 $n_{1,ij}^c(t)$ とその結果ミーティングに成功した回数 $n_{1,ij}^s(t)$ より

$$E^s[P_{1,ij}(t)] = (n_{1,ij}^s(t)) / (n_{1,ij}^c(t)) \quad (3)$$

として求められる。また、 $\bar{v} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m v_i$ であり、また、戦略0を選択した回数 $n_{0,i}^c(t)$ 及びその結果としてミーティングに成功した回数 $n_{0,i}^s(t)$ から $B_i(t) = 0$ を採用した場合のミーティング申し込みの主観的成功確率を

$$E^s[P_{0,i}(t)] = (n_{0,i}^s(t))/(n_{0,i}^c(t)) \quad (4)$$

として計算する。

次に、時刻 t において個人 j からミーティングを申し込まれた個人 i の行動を考えよう。その場合、時刻 t における自らの保留効用水準 $H_i(t)$ とミーティング申し込みを受け入れた際に獲得できる効用 v_j とを比較して、当該個人とミーティングを行うか判断する。直近においてミーティング申し込みを行った時刻 $\hat{t} \in [0, t]$ における期待値に基づいて時刻 t における保留効用水準を決定する。すなわち、 $B_i(t) = 1, 0$ を採用した場合の保留効用水準は以下のように表す。

$$H_i(t) = \begin{cases} R_{A_i}(\hat{t}), B_i(\hat{t}) = 1 \text{ の時} \\ R_{\bar{A}_i}(\hat{t}), B_i(\hat{t}) = 0 \text{ の時} \end{cases} \quad (5)$$

3 シミュレーション実験

3.1 外生変数およびパラメータの設定

全個人数 $m = 100$ であり、 $v_i = i$ とおく。また、基本ケースとしてミーティング集合の要素数の最大値 $x = 3$ とし、比較のため、完全記憶のケース1 ($x = 100$) をあわせて分析する。限界効用の逓減に関するパラメータ α, β はともに1.0としている。以下では、シミュレーションを10回繰り返した結果の平均値を示している。

3.2 実験結果と考察

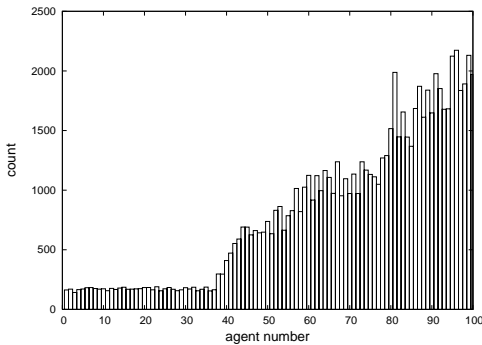


図1: ミーティングを申し込まれた回数

全ての個人が t 期に獲得した効用の合計値を社会厚生として定義する。図1は基本ケースにおいて $t = 1,000,000$ までにミーティングを申し込まれた

回数を各個人ごとに出力した結果である。ここから、効用の高い個人にミーティング申し込みが集中する information pollution が生じていることが分かる。

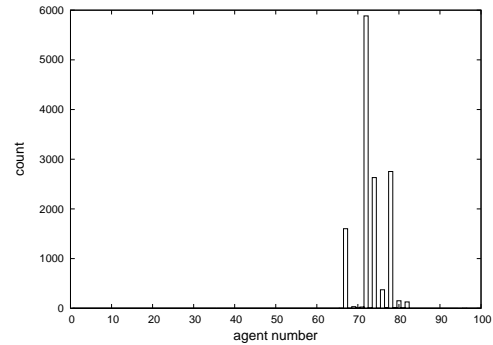


図2: ミーティング成功回数 (ケース1)

表1: 社会厚生とミーティング成功割合

	$t = 100,000 \sim 101,000$		$t = 1,000,000 \sim 1,001,000$	
	社会厚生	成功割合	社会厚生	成功割合
基本ケース	5.8×10^4	0.50	5.8×10^4	0.50
ケース1	5.7×10^4	0.44	6.6×10^4	0.61

図2はケース1について $[0, 1,000,000]$ で、 $v = 75$ の個人がミーティングを行った相手毎に回数を出力した結果である。効用が75付近の個人とのミーティング回数が圧倒的に多いことがわかる。つまり、ミーティングを申し込む相手が限定され、効用の近い個人たちがグループを形成して、お互いにミーティングを申し込んでいるという一種の sorting が生じている。

表1は各ケースにおいて $t = 100,000 \sim 101,000$ 及び $t = 1,000,000 \sim 1,001,000$ の間のミーティングの成功割合と社会厚生を示している。ケース1において社会厚生が時刻とともに増加している。これは、sortingが進み、一部の個人にミーティング申し込みが極端に集中するという information pollution が避けられ、ミーティング成功確率を上昇させたためである。

4 おわりに

本研究では、ミーティング履歴に関する完全な記憶を持たない限定合理的個人によるコミュニケーション過程を分析した。その結果、比較的同質な個人同士がグループを形成し、グループ内におけるミーティングを繰り返し実施するという、sorting現象が現れることを確認した。sortingの実現により、特定の個人にミーティングの申し込みが集中するという information pollution に伴う非効率性が緩和される可能性があることを指摘した。