

研究支援活動に注目した研究者チームビルディング手法のMASによる分析

薬師寺 将光 (鳥取大学)

1 背景・目的

現代社会において、科学研究はその発展に伴う必然として専門分野の細分化がきわめて推し進められている。一方で、宇宙開発・環境問題・平和研究など組織横断・分野横断で取り組まなければならない事柄が多い。つまり、科学と社会の両面の発展から、異分野間での協同を求められることが多くなっている。そのことから、研究者への公的資金の配分条件として学際性が求められる傾向が強まってきた。すなわち、ある課題がそれまで繋がりのなかった多数の研究者の協力を必要としているとき、的確に参加を募ってプロジェクトを成立させるためのシステムが必要とされている。発表者らはこの課題に対して、MASを用いて研究支援活動を分析することで、組織の規模や構造に応じた適切なコーディネータ配置といった、システムをより効率的に運用するための知見を求めるという研究に取り組んでいる。

既存の同様の研究支援手法の研究は、ケーススタディ¹⁾やパネルデータを基にした統計分析^{2) 3)}がほとんどである。ケーススタディは個別のケースについて説明することは可能だが一般化は難しく、パネルデータを使った統計分析ではそれぞれのコーディネータ組織や研究機関といった個々の事例については適用できないと、一長一短があった。これらに対して本研究ではMASを用いる。MASでは研究者・コーディネータをエージェントとし、振る舞いや配置を変えて相互作用させることで状況にどのような変化が生じるかを分析しやすく、組織構造やコーディネータの行動を変えたときに状況がどう変わるかを分析するのに適している。

2 モデル

本研究では、研究支援コーディネータが研究者に働きかけて研究者チームビルディングを支援するプロセスについて、実務担当者の意見を取り入れつつモデル化を行った。本節では構築したモデルについて説明する。

2.1 組織とエージェント

シミュレーションする研究組織は、内部に N_D 個の部局を持ち、その中に N_R 人の研究者エージェントを持つ N_G 個のグループが存在する。加えて N_C 人のコーディネータ・エージェントが存在する。

研究者エージェントはそれぞれ専門とする分野、自身の活動状態、所属する部局・グループ、過去のチーム研究の成否の経験値 L といったパラメータを持つ。

コーディネータ・エージェントは下記のテーマの複数を均等に担当し、そのチーム研究テーマが必要としている専門性を持った研究者集団に対して情報を発信する。情報発信対象となるのは組織全体、部局、グループのいずれかである。これはシミュレーションごとにあらかじめ設定され、すべてのコーディネータにつ

いて同じであり、変化することはない。

2.2 テーマ

研究テーマについては、各研究者が個人でとりくむ個人研究テーマと、複数の研究者が共同で取り組む研究テーマが存在する。

チーム研究テーマについては、研究助成、地域ニーズ、企業ニーズなどを示す各レーンについて、1ステップごとに一定確率で生成される。

それぞれ研究チーム成立に必要な研究者の分野、必要な人数 n_{Req} 、募集期間が設定されている。募集期間中に必要なだけの研究者が参加すればチームが成立し、そうでなければ不成立となる。

2.3 チームの成立

募集期間中のチーム研究テーマはそれぞれいずれかのコーディネータ・エージェントが担当する。コーディネータ・エージェントは担当するテーマそれぞれについて必要な専門性を判断し、設定された情報発信対象が組織全体である時はすべての研究者に、部局かグループであるときは必要な専門性に応じて、その専門性を持つ研究者がより多い部局・グループをより高い確率で選択し、それらに属する研究者に対して情報を発信する。

研究者エージェントは、まず、チーム研究テーマのうち未成立のものから自分の専門性に合致するものを探し、以下の式に基づいてテーマごとのスコア S_T を算出する。

$$s_1 = B \quad (1)$$

B は各テーマが持つ利得である。

$$s_2 = I + C_1 \times L \quad (2)$$

s_2 は個々の研究者が持つ経験から来るチーム研究への期待を示す。Iは各研究者エージェントが共通で持つ志向を示す値、Lはそれまでに参加したチーム研究テーマの成立・不成立の回数の累積値であり、正負の値をとる。 C_1 は定数である。

$$s_3 = \frac{C_2}{n_{Req} - n_{app}} \quad (3)$$

s_3 は必要なだけの研究者が参加してテーマが成立することへの期待度を示す。定数 C_2 と必要研究者数 n_{Req} 、参加している研究者数 n_{app} から算出される。

$$s_4 = 1 + C_3 \times \frac{S_{CD}}{N_{cast}} \quad (4)$$

s_4 はテーマについて受け取った情報の影響を示し、定数 C_2 とコーディネータ・エージェントの情報発信力 S_{CD} と発信対象者数 N_{cast} からなる。つまり、発信対象者数 N_{cast} が増えるほど一人あたりの影響度が小さくなることを意味する。これは現実の事象において、たとえば数百人に対してメールを一通送る際の影響度と、ごく少ない人数に絞って足を運んで研究プロジェクトについて説明する際の影響度の違いに相当する。

これら式(1), (2), (3), (4)で算出した評価値 s_1, s_2, s_3, s_4 から、式(5)によってテーマごとのスコア S_T が算出される。

$$S_T = s_1 \times s_2 \times s_3 \times s_4 \quad (5)$$

$$= B \times (I + C_1 \times L) \times \frac{C_2}{n_{Req} - n_{app}} \times \left(1 + C_3 \times \frac{S_{CD}}{N_{cast}}\right)$$

テーマごとのスコア S_T と、参加せず個人研究を行うスコア S_p それぞれに比例する確率で、いずれかの行動に着手する。

各チーム研究テーマに必要なだけの研究者が揃ったとき、チーム研究テーマが成立したものと見なし、参加する研究者エージェントは参加テーマの成立の累積値である L を一定値加算、一定期間、チーム研究に着手している状態となる。また、自身が参加したにも関わらずそのチーム研究テーマが募集期間中に必要なだけの研究者を集められず不成立に終わったとき、 L を一定値減算する。このとき L は負の値もとるため、チーム研究プロジェクトが不成立に終わるばかりであれば、研究者は次第に手を出さなくなるといった事象に相当する。

3 artisocによるMAS

2節で示したモデルに従ってMASを行うシミュレータをartisocによって構築した。図1はシミュレータ全体のキャプチャ画面である。

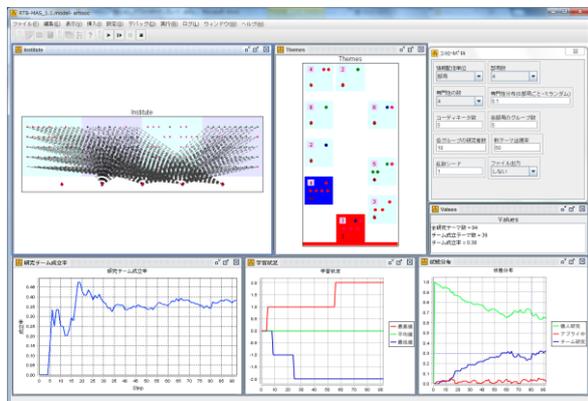


図1 シミュレータの画面

3.1 コントロールパネル

図2に示したコントロールパネルからはコーディネータの情報配信単位、研究組織の部局数、部局ごとのグループ数、グループごとの研究者数、研究者の持つ専門性の種類、部局に対する専門性の分布の偏り、コーディネータ数、チーム研究テーマの出現率、乱数のシード値、ファイル出力の有無を設定できる。

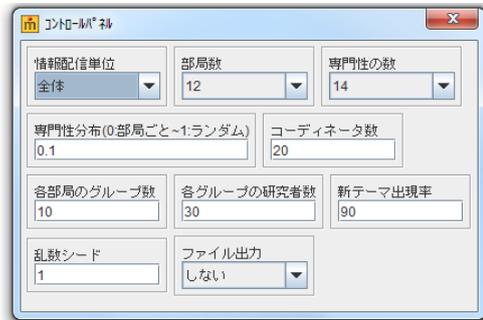


図2 コントロールパネル

3.2 空間(研究組織)

図3は $N_D=4, N_R=10, N_G=8, N_C=5$, すなわち所属人数 $N = N_D \times N_R \times N_G + N_C = 325$ 名の研究組織の表示である。現実には当てはめれば上部の小円のひとつが一人の研究者エージェントであり、背景の色分けが部局、部局内における横の並びが同一のグループであることを示す。個々の研究者の色は専門性を示す。下部の赤い円がコーディネータ・エージェントである。

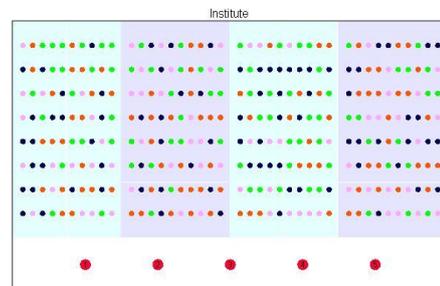


図3 Institute (空間)

コーディネータ・エージェントが情報を発信すると、その情報発信対象に応じて以下の図4,5,6のように表示される。

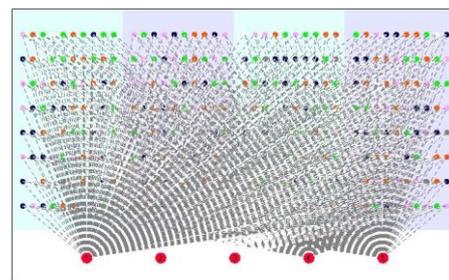


図4 全体へ情報発信する設定の場合

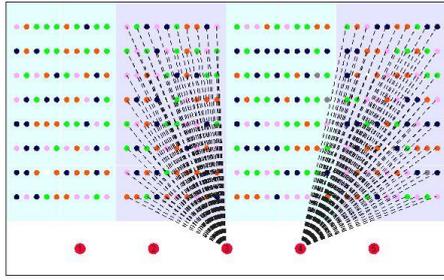


図 5 部局へ情報発信する設定の場合

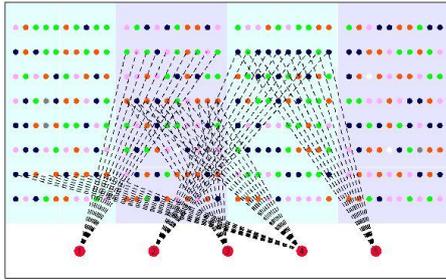


図 6 グループへ情報発信する設定の場合

3.3 空間（テーマ）

図7は発生したチーム研究テーマが募集期間内に成立する、あるいは不成立に終わるまでの推移をグラフィカルに示す空間である。水色の正方形が研究者を募集中のチーム研究テーマであり、左上に表示されているのが必要な人数、右上に表示されている円の色が必要な専門性、下部の円が参加している研究者を示す。

1 ステップごとに一定確率で生成され、生成直後は最上段に存在する。ステップが経過するごとに下に推移し、最下段に到達したとき募集が締め切られ、必要なだけの研究者が参加しなければ不成立となる。

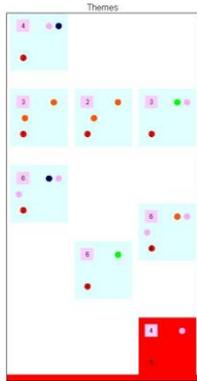


図 7 Themes（空間）

3.4 時系列グラフ

以下の図8,9,10のように、シミュレーション開始時からの、全テーマ数に対する成立テーマ数の割合、研究者の経験値の最高値・最低値・平均値、研究者の状態割合の推移をそれぞれ表示している。

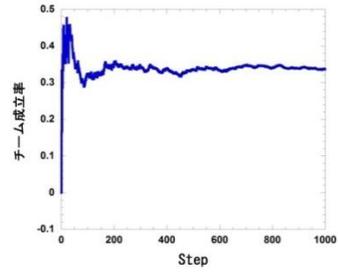


図 8 チーム成立率グラフ

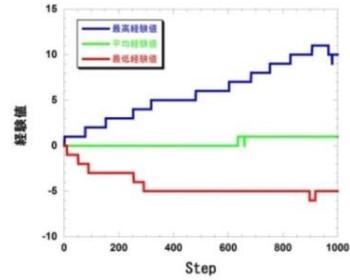


図 9 研究者経験値

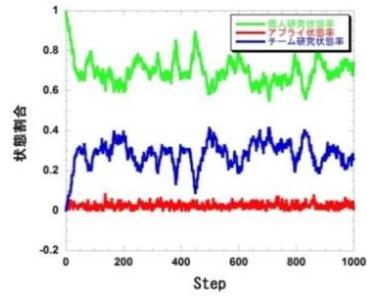


図 10 状態割合

4 シミュレーション結果

3節で紹介したシミュレータを用いて、いくつかの条件での実験と比較を行った。

まず組織の部局数4、グループ数4、研究者数160、コーディネータ数は5、専門性の分散は0.1で、情報発信の傾向を変更してチーム成立率の変化を観察したところ、下の図11のようになった。

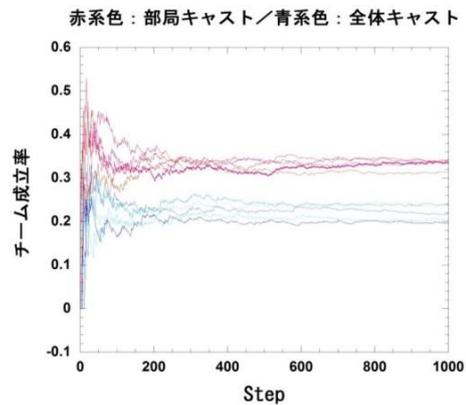


図 11 情報発信方法によるチーム成立率推移の比較

この図11に示された結果から、広く浅く呼びかけることになる全体への発信に比べ、比較して狭く深く呼びかける部局ごとの発信の方が成立率が明らかに良いという差異が見られた。

そこで同様の組織の部局数4、グループ数4、研究者数160で他の諸条件をさまざまに変えてシミュレーションしたところ、1000ステップ目におけるプロジェクト成立率は表1,2のような結果となった。

また、全体への情報発信、部局への情報発信、グループへの情報発信のそれぞれの情報発信戦略について、専門性の分散と1000ステップ時のチーム成立率(5回の試行の平均値)の関連は以下の図12のようになった。

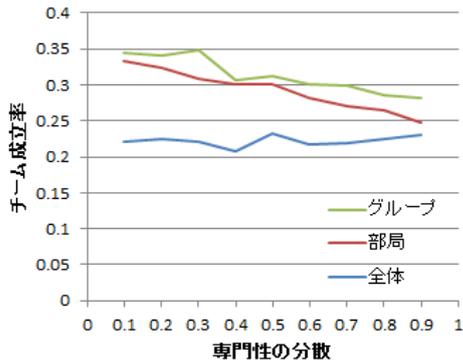


図 12 各方法と分散におけるチーム成立率

表1において、G、H、Iとコーディネータ数を増やすことでチーム成立率が向上したのは当然の結果であるが、注目すべきはB、CとE、Fの比較、及びそれとA、DそしてA、Gの比較である。全体への無差別なアプローチはコーディネータ数の増加、組織構造の整備のいずれも効果を表さないことが分かる。

図12においても、分散の度合いによらず全体よりも各部局、部局よりも各グループと、より対象を絞り込んでアプローチする方がチーム成立率は改善された。しかしながら、専門性の分散がごく小さいとき、即ち各部局にそれぞれの専門性を持った研究者がまとまっている時は、部局キャストとグループキャストはごく近い結果となった。逆に専門性の分散が大きく、部局ごとでのまとまりが薄い場合、部局キャストは全体への無差別なキャストと近い結果となった一方で、グループへのキャストは一段高い数値を保っていた。

このことから、部局ごとに特定の専門分野の研究者をまとめる組織構造の整備、および組織構造に合わせた情報発信戦略の選択が十分になされていない場合、それを行うことによって共同プロジェクトへの取り組みには著しい改善が見られると考えられる。

表 1 さまざまな条件におけるチーム成立率

Case ID.	A	B	C
専門性分布	0.1	0.1	0.1
情報発信戦略	全体	部局	グループ
コーディネータ数	5	5	5
1回目	0.217606	0.334343	0.33432
2回目	0.202369	0.34252	0.358061
3回目	0.240481	0.336082	0.294872
4回目	0.237952	0.312439	0.370968
5回目	0.19714	0.343147	0.364934
平均	0.21911	0.333706	0.344631

Case ID.	D	E	F
専門性分布	0.9	0.9	0.9
情報発信戦略	全体	部局	グループ
コーディネータ数	5	5	5
1回目	0.203941	0.257455	0.253521
2回目	0.211614	0.255976	0.304303
3回目	0.263527	0.247017	0.276575
4回目	0.255	0.208167	0.264914
5回目	0.24558	0.291291	0.269857
平均	0.235932	0.251981	0.273834

Case ID.	G	H	I
専門性分布	0.1	0.1	0.1
情報発信戦略	部局	部局	部局
コーディネータ数	1	5	20
1回目	0.195074	0.334343	0.356582
2回目	0.213373	0.34252	0.412538
3回目	0.215497	0.336082	0.367735
4回目	0.250752	0.312439	0.413231
5回目	0.208867	0.343147	0.35757
平均	0.216713	0.333706	0.381531

5 おわりに

今回は実務者との対話に基づいてモデルを構築し、シミュレーション上での実験結果を比較研究するに留まったが、本研究では今後、実際の大学組織内での調査を行うことでより正確なモデルに近づけ、また広い範囲での実組織についての分析を行っていく。

参考文献

- 1) Maenami, H. and Kudo, M.: Examining National Funding Programs for Science and Technology in Regional Areas in Japan, Proceedings of AAAS2015, (2014)
- 2) 前波晴彦:「地域ニーズ即応型」を事例とした中小企業向け支援制度利活用の影響要因, 産学連携学, 10-2, 14/23(2014)
- 3) Kawashima, H. and Tomizawa, H.: Accuracy evaluation of Scopus Author ID based on the largest funding database in Japan, Scientometrics, 103-3, 1061/1071 (2015)