

対話戦略による集団的適応行動と共進化

高玉 圭樹^{*1}, 羽尻 公一郎^{*2}, 岡田 美智男^{*3}, 下原 勝憲^{*4}

^{*1}ATR 人間情報通信研究所 / 東京大学大学院工学系研究科

^{*2}ATR 知能映像研究所 / 立命館大学大学院理工学研究科

^{*3}ATR 知能映像研究所, ^{*4}ATR 人間情報通信研究所

〒619-02 京都府 相楽郡 精華町 光台 2-2

takadama@hip.atr.co.jp/keiki@ai.rcast.u-tokyo.ac.jp

摘要:

本研究では、我々が対話を用いて集団に適応するメカニズムの解明を目指し、「対話戦略による集団的適応行動のモデル」を提案する。提案するモデルでは個体が集団に適応するために対話戦略をたて、さまざまな人と対話を行いながら、自分としての意見を確立することを可能にする。さらに対話によって好意関係が生まれ、この好意関係が次なる対話の内容に影響を与えるとする。我々はこのようにある種の循環の中で創発を繰り返しながら、集団に適応するように組織学習し進化する。一方、集団は対話を通して個体の影響を受けながら、集団全体としてある秩序を構成するように進化する。つまり、個体と集団の間では常に共進化が起きているのである。このような特性を持つ集団での対話を対象とするとき、2者間の対話研究で培われた技術を拡張もしくは組み合わせるだけでなく、集団のダイナミクスを念頭においたアプローチが必要である。そこで本研究では「創発」の視点から、共進化による集団的適応行動のアプローチを提案する。

キーワード:

適応行動, 共進化, 創発, 組織学習, 対話戦略, 集団

Adaptive Behaviors as Groups through a Dialogue Strategy and Co-evolution

Keiki Takadama^{*1}, Koichiro Hajiri^{*2}, Michio Okada^{*3}, Katsunori Shimohara^{*4}

^{*1}ATR Human Information Processing Research Labs./University of Tokyo

^{*2}ATR Media Integration & Communications Research Labs./Ritsumeikan University

^{*3}ATR Media Integration & Communications Research Labs.

^{*4}ATR Human Information Processing Research Labs.

2-2 Hikaridai, Seika-cho, Soraku-gun, Kyoto 619-02 Japan

takadama@hip.atr.co.jp/keiki@ai.rcast.u-tokyo.ac.jp

abstract

In this paper, we aim to make clear mechanism of adapting to groups through dialogue, and we propose the model of "adaptive behaviors as groups" through a dialogue strategy. In this model, each person works out each dialogue strategy in order to adapt to groups, and each person talks to various other person with establishing each opinions. In communications, each person changes favorable impressions, and these favorable impressions influence next dialogue contents. In order to adapt to groups through Organizational Learning, each person evolves in the emergence taken place in the certain kinds of dialogue cycle. On the other hand, groups evolve in order to construct an order as a whole with influenced by an each dialogue. That is to say, we can always find the co-evolution between an individual and groups. To study dialogues in groups, we have to take an approach that considers the dynamics of the group, not just attaching or extending the technology that is developed in normal dialogue study. Therefore, in the viewpoint of emergence, we propose the approach of "adaptive behaviors as groups taken thought of co-evolution" through a dialogue strategy.

keyword:

adaptive behavior, co-evolution, emergence, organizational learning, dialogue strategy, group

1 はじめに

我々の社会は一種の進化システムである。我々は対話 (dialogue) を用いて小さな集団 (group) や組織を形成し、その影響下で対話を続けている。さまざまな人の対話が社会を変動させるため、誰もその変動を予測することはできない。そのような社会に対して我々は対話戦略 (dialogue strategy) をたて、常に集団的適応行動 (adaptive behaviors as a group) をとりながら、自分としての意見や場所 (ニッチ) を見出すように進化する。一方、集団は対話を通して、個体の影響を受けながら集団全体としてある秩序を構成するように進化する。つまり、個体と集団の間では常に共進化が起こっているのである。

我々はこのような集団的適応行動と共進化に焦点をあて、これらのメカニズムを解明することを目的としている。さらにこの解明は、1) 集団に埋め込まれた情報をいかに効率的に取得するか、2) どのように集団を制御あるいは変更させるか、の解明につながる。なぜなら我々は集団的適応行動を行うことによって、初めて集団を利用することが可能になるからである。最終的に我々はこのようなメカニズムをインターネット (Internet) やサイバースペース (Cyber space) に代表される電子メディアやリアル・ワールドに存在するシステムに応用することを考えている。前者としてはメーリング・リスト、ニュース、WWW の中でうまく適応するための方法論や電子メディアのあり方の提案があげられる。後者としてはペット・ロボット、キャッシング・マシン、ナビゲーション・システムなどのシステムが我々の社会に自律的に適応することが期待できる。

このような観点から、我々は集団的適応行動として対話戦略の見直しを行う。つまり2者間の対話戦略に限定せず、むしろ集団における対話戦略に焦点をあてる。具体的には日頃頻繁に見られる女子大生の会話の一つである「ネゴシエーションの場面」を想定する。2章では集団における対話の考察と新しいアプローチの展開、3章では集団的適応行動のモデルの提案、4章では具体例として女子大生の間でのネゴシエーション、5章ではシミュレーションと結果と考察、最後に6章でまとめを行う。

2 集団と対話

2.1 Formal Group と Informal Group

社会心理学では、集団はフォーマル・グループ (formal group) とインフォーマル・グループ (informal group) に分類することができる。[Kano 95] . ク

ラス、サークル、あるいは組織における所属などといった表面的な集団のことをフォーマル・グループと呼び、一方、表面的な集団の垣根を越えて相手との好意関係から形成された別の集団をインフォーマル・グループと呼ぶ。

● フォーマル・グループ

ある地位を占める「人」の個人的な特性 (性格など) や対人心理学的関係 (好意あるいは信頼感) には関係なく、その組織の公的な制度に従って形成されている集団

● インフォーマル・グループ

制度的に作られるものではなく、グループの一員同志の好意度、信頼感などの心理学的関係から自発的に形成される集団

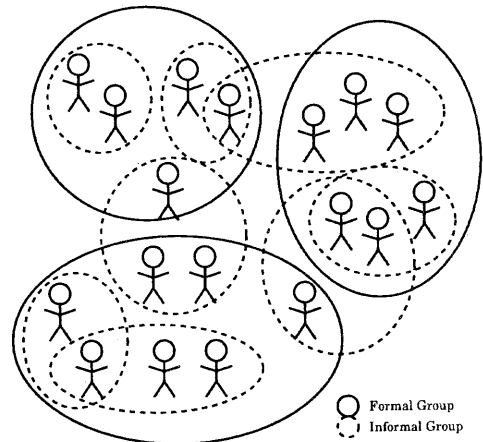


図 1: Formal group and Informal group

対話の観点ではインフォーマル・グループの相手とは対話はずみ、フォーマル・グループの相手に対しては表面的な対話しか起こらないと考えられる。さらに図1に示すように1つの集団の中にフォーマル・グループとインフォーマル・グループが混在する。そのためインフォーマル・グループはフォーマル・グループに規制されつつも、その規制の中でさまざまな対話により創発的に形成される。この形成過程はあらかじめ決められたものではなく、集団を形成する人に依存して創発 (emergence) [Langton 89] する。さらに形成されたインフォーマル・グループの一員はそのインフォーマル・グループの規制を受けながら、対話を繰り返す。

2.2 組織学習としての対話戦略

親しい相手であれば対話内容が伝わらないときでもそのまま対話が継続され、その結果、有益な情報を得ることができる。さらに「それ、それ! それが

言いたかったの」などと意味の共有化がはかられ、次の対話に発展することもある。逆に初対面の相手や嫌いな相手には表面的な会話しか行われず、必要な情報は得られにくい。このように自分の意図 (intention) を達成できる情報は自分の中だけに存在するのではなく、環境 (ここでは対話相手) の中にも埋め込まれている。また相手の意見はさまざまな人と対話することによって変動するため、環境は動的に変化すると言える。

このような環境から自分にとって有益な情報を得るために対話相手を選ぶ学習は一種の組織学習 (organizational learning) である。この学習は集団適応行動を可能にし、次の二種類の学習に分類することができる [Terabe 96]。

- 環境学習：
 - 組織全体としての環境の学習：フォーマル・グループであるかインフォーマル・グループであるかの学習。
- 個体学習：
 - 組織を構成する個体の学習：ある個体の特徴 (どのような意見を持っているなど) の学習。

今までの組織学習の研究ではマルチエージェントをベースとした研究 [Aiba 95] [Terabe 96] があるが、これらの研究では個体の特徴は変化しない、もしくは個体とは切り離された環境のみが変化する場合に焦点が当たっている。また環境学習の結果はすべての個体が参照できることになっている。しかし実環境を考えると、個体の変化がそのまま集団に影響を与え、個体と集団の両方が動的に変化している。さらにすべての人が環境学習の結果を知ることとは不可能である。そこで本研究では個体の持つ意見は対話を通して変更あるいは追加され、その結果、個体の関係 (インフォーマル・グループ) が変化する場合を対象とする。これは個体と集団の両方が動的に変化するため、集団的適応行動による個体と集団の両方の共進化に焦点を当てなければならない。類似の研究としては相手の個性にあわせた対話戦略の創発に焦点を当てた研究 [Takadama 96a] [Takadama 96b] があげられる。

図2に示すように、各個体が自分だけでは達成不可能な意図を達成したい場合、個体はまず集団に適応する必要がある。そのため集団的適応行動としての対話戦略をたて、さらに効果的に早く集団に適応するために組織学習を行う。対話戦略の結果に応じて個体は集団に適応し、そのとき集団全体が変化する。さらに組織学習は相手の好意度に応じた多様な対話の創発を促している。なぜなら環境に埋め込まれた情報は氾濫しているので、うまく相手を選んで

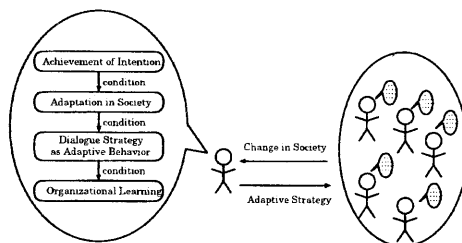


図2: Dialogue strategy in a group

対話を行うことによって有益な情報を抽出できるからである。

2.3 集団における対話戦略

2者間の対話における対話戦略には下手にできる、モダリティを変えるなど色々なことが考えられるが、集団のみの対話戦略には次の二点がある。

- 相手の選択
- 「1対1」か「1対多」の対話の選択

つまり自分の意図を達成するために組織学習を行いながら相手を選ぶ戦略と、電子メールや講演のように一度に全員に向けて対話する戦略に分けられる。ここで重要なことは図3に示すように、対話戦略で選ばれた相手によって、対話内容の創発は変わり、その結果インフォーマル・グループの創発にも影響が及ぶことである。さらに創発したインフォーマル・グループの中で新たな意図を達成する場合、その影響下で対話戦略を考えなければならない。つまり自分を取り囲む社会まで影響することが前提となっている。

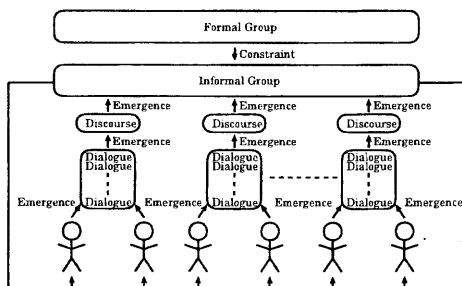


図3: Emergence in dialogue, discourse, and group

このように我々はあらゆる人の対話、談話 (discourse) [Minami 83], インフォーマル・グループの連続した創発を経て、社会に適応している。そのため「単なる一時的な意図を達成するための対話戦略」ではなく、「いつでも意図を達成できるように社会に適応する対話戦略」が必要なのである。この

ような背景から、集団的適応行動という視点で対話戦略で考えなければならない。つまり集団における対話戦略は、単に2者間の対話研究で培われた技術の拡張や組み合わせだけでなく、集団のダイナミクスを考慮にいたしたアプローチが必要である。

我々は図3に示すように、創発の視点で対話戦略をとらえているが、それ以外にも対話の生成過程を「創発的なもの」とであると捉え、いくつかの具体的な研究 [Okada 95] を進めている。他に創発的なアプローチを行っている研究として、語彙 (vocabulary) の創発 [Steels 96]、基礎的なコミュニケーションの創発 [MacLennan 91] があげられる。

3 集団的適応行動のための対話モデル

3.1 ネゴシエーション

本研究では日頃頻繁に行われる日常対話に焦点をあてる。なぜなら我々のほとんどの対話は日常会話であり、この種の対話で満足感を得ているからである。このような日常対話を交渉 (negotiation) の視点で見ると、次の二つの特徴からなることが分かる。

- 提案 (proposal) と受理 (acceptance)
- 提案と拒否 (rejection)

例えば、何人かの女子大生のグループが何のお昼ご飯にするかを話している場面を想定すると、さまざまな意見が飛び交う (提案される) 現象が見られる。その意見の中には拒否されるものもあれば、受理されるものもある。さらにある意見が受理されると、その意見に対する意見が飛び交い、その循環を繰り返す。つまり日常対話はネゴシエーションに非常に似た特徴を持っているため、ネゴシエーションモデルで扱うことが可能となる。

3.2 コラボレーションにおける発話タイプ

談話研究には信念 (belief) と意図 (intention) を考慮にいたしたモデル [Sidner 94]、談話における冗長性に注目した研究 [Walker 92]、デザイン設計のドメインでの談話 [Walker 95] などがある。本研究では日常頻繁に行われる「ネゴシエーションの場面」に焦点を当てるため、コラボレーションにおけるネゴシエーションを扱う Sidner モデル [Sidner 94] を応用する。なぜなら、Sidner のモデルではネゴシエーションの特徴である「提案 (proposal) と受理 (acceptance)」、「提案と拒否 (rejection)」をうまく反映しているからである。以下に Sidner のモデルの発話タイプを列挙する。agt はエージェント、belief は信念を意味する。

発話タイプ

- PFA(ProposeForAccept):(PFA agt1 belief agt2);
agt1 は agt2 に belief を提案する (以下同様)

- AR(AcknowledgeReceipt):(AR agt1 belief agt2)
- RJ(Reject):(RJ agt1 belief agt2)
- ARJ(AcknowledgeReject):(ARJ agt1 belief agt2)
- AP(AcceptProposal):(AP agt1 belief agt2)

発話タイプのマクロ

- CO(Counter):(CO agt1 belief1 agt2 belief2)
agt1 は agt2 に belief1 を疑い、belief2 を提案する。
= (PFA agt1 (Not belief1) agt2)
= (PFA agt1 belief2 agt2)
- AOP(AcceptOtherProposal):
(AOP agt1 belief1 agt2 belief2)
= (RJ agt1 belief2 agt2)
= (AP agt1 belief1 agt2)
- PR(ProposeReplace):
(PR agt1 belief1 agt2 belief2)
= (RJ agt1 belief2 agt2)
= (PFA agt1 belief1 agt2)

3.3 対話モデル

我々は次のような集団的適応行動のための対話モデルを提案する。

• アルゴリズム

図3に示すように、各個体は組織学習を行いつながりながら対話相手を選択する。このとき二人組のカップルが $[n/2]$ 組 (ただし n を集団全体の人数とする) できる。この $[n/2]$ 組のカップルが同時に対話をはじめ、各々の対話内容を創発する。その結果、インフォーマル・グループが形成され、その影響下で再び、対話相手を選択することを繰り返す。この一回の循環を1ステップとする。

• 意見

各個体は各々いくつかの異なる意見を持つ。その意見の中にはある話題 (Topic) に対してははっきり答えられる意見もあれば、一部しか答えられない意見もある。そのため提案された意見に賛成できる場合も反対する場合もある。さらにより集団に適応するために対話を通して、自分の意見を変更あるいは生成を行う。このように対話を繰り返しながら、はじめに保持していた未熟な意見を自分としての意見として確立していく。

• 好感度とインフォーマル・グループの絆

相手の好感度はお互いに合意形成成功したときに上がり、失敗したときに下る。それにもない好感度が上がればインフォーマル・グループの絆は強まり、逆に下がれば弱まる。そのためインフォーマル・グループの絆が強いときは合意形成成功の可能性が高く、逆に弱いときは表

面的な対話しか行われず合意形成成功には至らない。

4 具体例

本研究では具体例として女子大生 (female student) の日常会話を場面を想定する。なぜなら女子大生は日常会話によってインフォーマル・グループを形成しやすいからである。各女子大生は他の女子大生の意見に同意しつつ、自分としての意見を確立しながら集団に適応する。図4は一人の女子大生を一つの目玉と想定したときのネゴシエーションを示したものである。ここでは k 個のフォーマル・グループであるクラスがあり、それぞれ何人か (例えば, n 人, m 人, l 人) の女子大生が存在すると仮定する。さらに S_{xy} をクラス x に所属する y 番目の女子大生とする。

- クラス 1: $S_{11}, S_{12}, \dots, S_{1n}$
- クラス 2: $S_{21}, S_{22}, \dots, S_{2m}$
- \vdots
- クラス k : $S_{k1}, S_{k2}, \dots, S_{kl}$

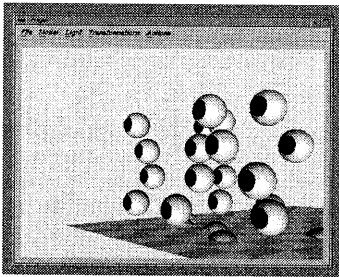


図 4: Everyday Conversation in a group

話題としては「いい結婚をするためにはどうすればいい?」、「ヤセルためには?」、「いい就職先を見つけるには?」、あるいはもう少し真面目な内容としては「課題にでたプログラムを完成するには?」、「会社のリストラってどうやっているんだろ?」などを想定する。

5 シミュレーション

5.1 実験

本研究では 1 つのクラスの中に 5 人の女子大生が存在する場合を考える。一例として「いい結婚をするためにはどうすればいい?」という話題について会話を行う。各女子大生は 5 つの意見を持ち、ネゴシエーションを通して自分としての意見を確立しながら、集団に適応していく。

5.2 結果

図 5 は女子大生 0 の持つ意見の強度を示し、 x 軸はステップ回数、 y 軸は意見の強度を示す。詳しく解析すると、170 ステップあたりで意見 0 の強度が急激に増加していることが分かる。さらに 360 ステップあたりで意見 1 の強度の傾きが反転していることがわかる。この現象は女子大生 0 と他の女子大生の間でインフォーマル・グループの絆が深まったからであると捉えることができる。図 5 から女子大生 0 は組織学習を通して集団に適応した結果、意見 0 が彼女の意見として確立したことが分かった。この現象はあらかじめプログラミングされたものではなく、創発的に生じたものである。

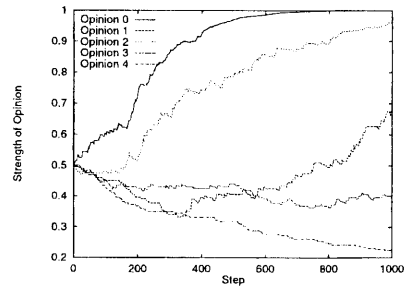


図 5: 女子大生 0 の持つ意見の強度

さらにインフォーマル・グループの影響を調べるために、図 6 に示すように女子大生 0 と他の女子大生との好意度の関係を計算した。 x 軸はステップ回数、 y 軸は相手に対する好意度の強度を示す。この結果から 170 ステップあたりで女子大生 2 に対する好意度が急激に増加することがわかる。

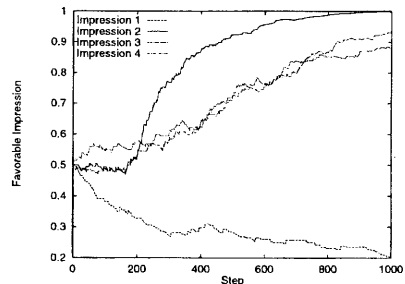


図 6: 女子大生 0 の相手に対する好意度

5.2.1 170 ステップあたりの対話

図 7, 8, 9 はステップ 109, 162, 172 における女子大生 0 と他の女子大生の対話内容を示したものである。図 5 から分かるように、このステップの前後で女子大生 0 の意見 0 の強度が急激に増加する創発現象が起きている。シミュレーションの結果を調べると女子大生 0 の意見 0 ははじめからずと変

化することなく、下記のような意見内容を示していた。

- “Have-Stable-Future” → “Happy-Marriage”
(Student 0, Opinion 0 : 109 Step)

これは将来安定になれば、いい結婚したことになるという意見である。図7に示すように、109ステップ

—[Step=109]—
[STUDENT=2](PFA 2 (Identify 0 (recipe Happy-Marriage)) 0)
What is the best way to make a happy marriage?
[STUDENT=0](AR 0 (Identify 0 (recipe Happy-Marriage)) 2)
Uum.
[STUDENT=0](AP 0 (Identify 0 (recipe Happy-Marriage)) 2)
Ok
[STUDENT=0](PFA 0 (Have-Stable-Future) 2)
At first, you need a stable future, right?
[STUDENT=2](AR 2 (Have-Stable-Future) 0)
Uh-huh.
[STUDENT=2](PR 2 (Have-Stable-Future) 0 (Diet))
Well, I rather diet than have a stable future.
[STUDENT=0](AR 0 (Diet) 2)
Really?
[STUDENT=0](RJ 0 (Diet) 2)
I don't think so.
[STUDENT=2](ARJ 2 (Diet) 0)
Yeh?
[STUDENT=2](PFA 2 (Explain-Reason 0 Have-Stable-Future) 0)
Why do you want to have a stable future?
[STUDENT=0](AR 0 (Explain-Reason 0 Have-Stable-Future) 2)
Uum.
[STUDENT=0](AP 0 (Explain-Reason 0 Have-Stable-Future) 2)
Yes.
[STUDENT=0](PFA 0 (generates Have-Stable-Future Happy-Marriage) 2)
If you have a stable future, you can have a happy marriage.
[STUDENT=2](AR 2 (generates Have-Stable-Future Happy-Marriage) 0)
Really?
[STUDENT=2](RJ 2 (generates Have-Stable-Future Happy-Marriage) 0)
That's not true.

図7: Dialogue in 109 Steps

ブまでは女子大生2は女子大生0の意見0に適応する意見を持っていなかったため、女子大生0と2の間では合意形成成功に至ることはなかった。しかし図8から分かるようにステップ162で女子大生2は4から以下に示す新しい意見5を学んでいる。

- “Have-Stable-Future” → “Happy-Marriage”
(Student 2, Opinion 5 : 162 Step)

偶然にもこの意見は女子大生0の意見0と同じであることから、162ステップ以降は女子大生0と2の間に合意形成成功の回数が増え、女子大生0の意見0の強度が急激に増加しているのがわかる。図9に合意形成成功の例を示す。ここで重要なことは共進化

—[Step=162]—
[STUDENT=2](PFA 2 (Identify 4 (recipe Happy-Marriage)) 4)
What is the best way to make a happy marriage?
[STUDENT=4](AR 4 (Identify 4 (recipe Happy-Marriage)) 2)
Uum.
[STUDENT=4](AP 4 (Identify 4 (recipe Happy-Marriage)) 2)
Ok.
[STUDENT=4](PFA 4 (Have-Stable-Future) 2)
At first, you need a stable future, right?
[STUDENT=2](AR 2 (Have-Stable-Future) 4)
Uh-huh.
[STUDENT=2](PR 2 (Have-Stable-Future) 4 (Be-Happy))
Well, I rather be happy than have a stable future.
[STUDENT=4](AR 4 (Be-Happy) 2)
Really?
[STUDENT=4](RJ 4 (Be-Happy) 2)
I don't think so.
[STUDENT=2](ARJ 2 (Be-Happy) 4)
Yeh?
[STUDENT=2](PFA 2 (Explain-Reason 4 Have-Stable-Future) 4)
Why do you want to have a stable future?
[STUDENT=4](AR 4 (Explain-Reason 4 Have-Stable-Future) 2)
Uum.
[STUDENT=4](AP 4 (Explain-Reason 4 Have-Stable-Future) 2)
yes.
[STUDENT=4](PFA 4 (generates Have-Stable-Future Happy-Marriage) 2)
If you have a stable future, you can have a happy marriage.
[STUDENT=2](AR 2 (generates Have-Stable-Future Happy-Marriage) 4)
Uum.
[STUDENT=2](CO 2 (generates Have-Stable-Future Happy-Marriage) 4 (generates Be-Happy Happy-Marriage))
If you can be happy, you can have a happy marriage, can't you?
[STUDENT=4](CO 4 (generates Be-Happy Happy-Marriage) 2)
(Equal (Result (generates Have-Stable-Future Happy-Marriage)) (Result (generates Be-Happy Happy-Marriage))))
What you said is the same as what I said.
[STUDENT=2](AOP 2 (Equal (Result (generates Have-Stable-Future Happy-Marriage)) (Result (generates Be-Happy Happy-Marriage)))) 4 (generates Be-Happy Happy-Marriage))
You are right.
[STUDENT=2](PFA 2 (generates Have-Stable-Future Happy-Marriage) 4)
Having a stable future leads to have a happy marriage.
[STUDENT=4](AP 4 (generates Have-Stable-Future Happy-Marriage) 2)
Good.

図8: Dialogue in 162 Steps

を考慮にいたれた組織学習の環境学習ではインフォーマル・グループの絆(好意度)しか学習していないにも関わらず、集団に適應するための対話戦略を創発していることである。この対話戦略のおかげで女子大生2は4を選択し、女子大生0の意見0に適應する新しい意見を学ぶことができたと言える。

—[Step=172]—
 [STUDENT=2](PFA 2 (Identify 0 (recipe Happy-Marriage)) 0)
 What is the best way to make a happy marriage?
 [STUDENT=0](AR 0 (Identify 0 (recipe Happy-Marriage)) 2)
 Uum.
 [STUDENT=0](AP 0 (Identify 0 (recipe Happy-Marriage)) 2)
 Ok.
 [STUDENT=0](PFA 0 (Have-Stable-Future) 2)
 At first, you need a stable future, right?
 [STUDENT=2](AR 2 (Have-Stable-Future) 0)
 Uh-huh.
 [STUDENT=2](AP 2 (Have-Stable-Future) 0)
 Yes.
 [STUDENT=2](PFA 2 (generates Have-Stable-Future Happy-Marriage) 0)
 If you have a stable future, you can have a happy marriage.
 [STUDENT=0](AP 0 (generates Have-Stable-Future Happy-Marriage) 2)
 Yes. It is true.

図 9: Dialogue in 172 Steps

5.2.2 360 ステップあたりの対話

図 10 にステップ 363 における女子大生 0 と 2 の間の対話内容を示す。図 5 から分かるように、このステップの前後で女子大生 0 の意見 1 の強度の傾きが反転する創発現象が起こっている。シミュレーションの結果から女子大生 0 の意見 1 はネゴシエーションを通して、次のように変化しているのがわかる。ステップ 0 と 363 の意見内容を以下に示す。

- “Find-Boy-Friend” → “Be-Happy”
 (Student 0, Opinion 1 : 0 step)
- “Find-Boy-Friend” → “Be-Happy” → “Happy-Marriage”
 (Student 0, Opinion 1 : 363 step)

これは彼氏を見つけることが幸せにつながり、幸せになればいい結婚したことになるという意味である。

- “Be-Happy” → “Happy-Marriage”
 (Student 2, Opinion 0 : 363 step)

図 10 に示すように女子大生 0 の意見 1 が組織学習を通して、女子大生 2 の意見 0 に適應するように変化するため、ステップ 363 以降は合意形成成功に至っている。ここで重要なことは好意度によって対話内容が変化することである。つまり図 6 に示すように、女子大生 0 の 2 に対する好意度の急激の増加が女子大生 2 に適應する意見を形成することにつながっ

—[Step=363]—
 [STUDENT=0](PFA 0 (Identify 2 (recipe Happy-Marriage)) 2)
 What is the best way to make a happy marriage?
 [STUDENT=2](AR 2 (Identify 2 (recipe Happy-Marriage)) 0)
 Uum.
 [STUDENT=2](AP 2 (Identify 2 (recipe Happy-Marriage)) 0)
 Ok.
 [STUDENT=2](PFA 2 (Find-Boy-Friend) 0)
 At first, you need a boy friend, right?
 [STUDENT=0](AR 0 (Find-Boy-Friend) 2)
 Uh-huh.
 [STUDENT=0](AP 0 (Find-Boy-Friend) 2)
 That is true.
 [STUDENT=0](PFA 0 (enables Find-Boy-Friend Be-Happy) 2)
 If you find a boy friend, you can be happy.
 [STUDENT=2](AR 2 (enables Find-Boy-Friend Be-Happy) 0)
 Uh-huh.
 [STUDENT=2](AP 2 (enables Find-Boy-Friend Be-Happy) 0)
 That is true.
 [STUDENT=2](PFA 2 (generates Be-Happy Happy-Marriage) 0)
 If you are happy, you can have a happy marriage.
 [STUDENT=0](AR 0 (generates Be-Happy Happy-Marriage) 2)
 Really?
 [STUDENT=0](AP 0 (generates Be-Happy Happy-Marriage) 2)
 I understand.
 [STUDENT=2](AP 2 (generates Be-Happy Happy-Marriage) 0)
 Ok.

図 10: Dialogue in 363 Steps

ている。これは共進化を考慮にいたれた組織学習の結果、好意度の高い相手とネゴシエーションする可能性が高くなるため、女子大生 0 は意見 1 を女子大生 2 と適應するように変化する機会を多く得たからである。

5.3 考察

シミュレーションでは、各女子大生は集団的適應行動としての対話戦略を組織学習し、その結果、各女子大生は集団に適應する彼女らの意見を確立するようになった。このとき各女子大生は組織学習で次の二つを学習した。

- 環境：
 好意度からインフォーマルの絆の強さの学習
- 意見：
 どのような自分としての意見なら集団に適應できるかの学習

組織学習では好意度しか分からないため、インフォーマルの絆の強さは計算できるが、集団に適應する自分の意見も学習している。

以上をまとめると次の三点が分かった。

共進化を考慮にいたれた組織学習は好意度しか学習していないにも関わらず、

- 集団に適応するための対話戦略の創発を促している。
- 集団に適応する意見の学習を可能にする。
- 好意度に応じて対話内容は創発する。

6 おわりに

本研究では、共進化を考慮にいれた組織学習のアプローチを展開し、その組織学習を用いた集団的適応行動のモデルを提案した。このモデルでは個体は集団に適応するように進化し、一方、集団であるインフォーマル・グループは個体にとってより適応しやすいように秩序を形成している。つまり集団に適応するのは個体だけの一方的なサイドの行為ではなく、集団からも個体に歩み寄りをみせるという共進化が起こっている。ここで集団の秩序とは各個体が自分の意見を形成し、意見における一種の役割分担と言える。

このような共進化を考慮にいれた組織学習の結果、好感度しか学習していないにも関わらず、集団に適応するための対話戦略の創発を促し、集団に適応する意見の学習を可能にする。さらに好意度に応じて対話内容は創発することが分かった。またこのモデルは集団のダイナミクスを考慮しているので、今まであまり議論されなかった集団対話研究の第1歩となるアプローチとしても使える。

今後の課題としては電子メディアの方法論やあり方の提案、自律的に我々の社会に適応するロボットへの応用を踏まえつつ、次のようなことがあげられる。

- フォーマル・グループの影響下での集団的適応行動の考察：
ラスの数を増加させた場合。
- 集団全員に対する対話による集団的適応行動の考察：
個人相手ではなく、あるクラスやグループにネゴシエーションを求める場合

謝辞

本研究の遂行にあたり有益な文献を教示して頂いた石崎雅人氏ならびに小磯花絵さんに感謝の意を表します。

参考文献

- [Aiba 95] 相場, 寺野: “マルチエージェントシステムにおける組織的な問題解決に関する考察”, 第9回人工知能学会全国大会, pp. 319-322 (1995)
- [Okada 95] 岡田 美智男: 「ロコモコンピュータ」, 情報処理学会編, 情報フロンティアシリーズ, 共立出版 (1995)
- [Kano 95] 狩野 素郎: 「対人行動と集団」, ナカニシヤ出版 (1995)
- [Langton 89] Langton, C. G., (ed.): “*Artificial Life I*”, Addison-Wesley (1989).
- [MacLennan 91] MacLennan, B.: “*Synthetic Ethology: An Approach to the Study of Communication*”, *Artificial Life II*, Addison-Wesley, pp. 631-658 (1991)
- [Minami 83] 南 不二男: 「談話の研究と教育 I」, 日本語教育指導参考書 11, 国立国語研究所 (1983)
- [Posner 89] Posner, M. I.: “*Foundations of Cognitive Science*”, MIT Press (1989),
- [Sidner 94] Sidner, C. L.: “*An Artificial Discourse Language for Collaborative Negotiation*”, Proc. AAAI'94, pp. 814-819 (1994)
- [Steels 96] Steels, L.: “*Self-Organizing vocabularies*”, The Fifth International Conference on Artificial Life (Alife V), pp. 136-141, (1996)
- [Takadama 96a] Takadama, K.: “*A Study on Self-Generation of Individuality in an Artificial Organism Population*”, Alife V, Poster Presentations, pp. 109-116, (1996)
- [Takadama 96b] Takadama, K. Nakasuka, S.: “*Emergent Strategy for Adaptive Behaviors with Self-Organizational Individuality*”, SEAL'96, (1996), (to appear)
- [Terabe 96] 寺邊, 鷲尾, 片井, 樺木: “マルチエージェントによる組織学習に関する研究”, 第23回知能システムシンポジウム, 計測自動制御学会, pp. 113-118 (1996)
- [Walker 92] Walker, M. A.: “*Redundancy in collaborative dialogue*”, Proc. COLING'92, pp. 345-351 (1992)
- [Walker 95] Walker, M. A.: “*Design World: A TestBed for Dialogue*”, Proc. AAAI'95, pp. 174-180 (1995)