

チープトーク Cheap Talk と 調整 Coordination

– 合理的思考の技術 Lecture 7 –

小林憲正

Department of Value and Decision Science (VALDES)
Tokyo Institute of Technology

May 21, 2011

Outline

- 1 コミュニケーションと意思決定
- 2 メッセージの送り手のとる行動の不確実性と調整 Coordination
- 3 無限回繰り返しゲームとフォーク定理

コミュニケーションと意思決定

本講義では、意思決定の文脈におけるコミュニケーション(意思伝達)の機能について考える。

Example (意思決定以外^{以外}のコミュニケーションの目的)

- 話す側
 - おしゃべり好き
 - 相手とのつながり確かめる(聞いてもらう)
- 聞く側
 - 知的好奇心
 - 勉強

目的を考慮したコミュニケーション・デザイン

メッセージ message の送り手 sender の二段階思考

- メッセージにより受け手の意思決定が影響を受ける。
- 自分が、受け手の受ける影響によって得をする。

メッセージの受け手 receiver の二段階思考

- メッセージの**信憑性 credibility**をチェック。
- 自分にとっての情報の価値をチェック。

メッセージの送り手は、自分の利益を明らかにしよう！

Example (恋愛における告白)

まずは、相手に対して、自分が「付き合う」という二者関係から得をできることを伝える。

プレー前コミュニケーション Preplay Communication

コミュニケーションにおけるメッセージには、ゲームに関係する送り手の不確実性に関する情報が含まれる。

不確実性の種類

- 送り手のとる行動 action
- 送り手の利得のタイプ type

Definition (プレー前コミュニケーション Preplay Communication)

- ゲームをプレーする前に、ゲームそれ自体やプレーの内容についてコミュニケーションすること。
- ゲームそれ自体のルールでは、プレー前コミュニケーションで得られた合意に拘束力はない。

チープトーク Cheap Talk と SPNE

Definition (チープトーク Cheap Talk)

メッセージを送ること・受け取ることそれ自体は両者の利得に **直接**は影響しないと近似的にモデル化できる場合。

Example

- 要件を伝える短い e-mail
- 詐欺師の甘い言葉

チープトークと後ろ向き帰納法

- 元のゲームに、「プレー前コミュニケーション」という決定ノードを足した二段階ゲームで自然にモデル化できると思うかもしれない。
- しかし、チープトークでは、メッセージの送受信に利得が無関係なので、通常の後向き帰納法 (SPNE) を単純に適用しても、意味のある結果は得られない。

コミュニケーションの直接コストと間接コスト [3]

チープトークの間接コスト

チープトークといっても、メッセージの受け手の**応答による間接的コスト**はもちろんかかることがあり得る。

Example (信頼・評判と嘘つき防止)

- 長期の人間関係や信用に高い価値がおかれる社会(例えば**ブランド brand**が重要な信用経済 credit economy)では、むやみに嘘をつくことは、信頼関係や評判を損ねるという大きなコストを伴うことが一般的。しかし、これは、**嘘をつくことそれ自体**のコストではない。
- このことから、長期の人間関係やブランドを大事にしていなさそうな人物は信用しにくいことがわかる。こういう人たちにとっては、トークの間接コストもチープ。

Outline

- 1 コミュニケーションと意思決定
- 2 メッセージの送り手のとる行動の不確実性と調整 Coordination
- 3 無限回繰り返しゲームとフォーク定理

同時決定ゲームと調整 Coordination

完全情報ゲームでは、解がほとんどひと通りに定まるので、コミュニケーションの役割はあまり論じられない。

プレー前コミュニケーションと均衡選択

同時決定を含むゲームにおいては、均衡選択などにコミュニケーションが有効である場合がある。

- プレー前コミュニケーションには拘束力がないので、伝達・合意内容は、それが単一の行動の組(もしくは自分の行動)を伝えるならば、ナッシュ均衡であることが**必要条件**。
- しかし、逆にナッシュ均衡のプレーを宣言すれば必ず信憑性が確保できるということではない。つまりメッセージの信憑性の**十分条件**ではない。

均衡選択の文脈でチープトークが特に有効に見える状況を **調整 coordination** ということがある。

双方がともに得しそうな調整 Coordination

Example (好きなレストランで待ち合わせ)

	A	B
A	3, 3	0, 0
B	0, 0	1, 1

ほとんどコミュニケーションもないように見える

Example (どちらでもいいレストランで待ち合わせ)

	A	B
A	1, 1	0, 0
B	0, 0	1, 1

事前に約束しておくことが大変有効

コミュニケーションが難しそうな例

Example (デートゲーム Battle of Sexes)

	美術館	スポーツ観戦
美術館	3, 1	0, 0
スポーツ観戦	0, 0	1, 3

チープトークであれば、一回だけ発言と聞くことが許されるような状況で、どちらかが自分の有利な均衡のプレーを宣言したとしても、その発言に信憑性はない。

メッセージの信憑性の種類

自己拘束 self-committing 送り手がメッセージ内容に従う条件:

- 受け手がそれを信じて最適応答をとったときに、自分もそのとおりの選択肢をとるのが最適

自己識別 self-signaling 他のタイプと選別が可能な条件:

- 実際にその行動をとるプレーヤーにとっては、現メッセージを知らせて信じてもらうことが得だが、
- それ以外の行動をとるプレーヤーにとっては、現メッセージを知らせて信じてもらうと損をする

調整に関するメッセージと信憑性

Example (鹿狩り Stag Hunt)

	C	D
C	9, 9	0, 8
D	8, 0	7, 7

Aumann[1] の議論:

- 「C をとる」という発言は自己拘束的
- しかし、D をとっていたとしても、相手に C をとっていると信じてもらえたほうが得なので、自己識別的でない

故に、Aumann[1] はナッシュ均衡 (C, C) が合意として自己拘束的でない」と論じた。

リスク支配からパレート支配へ

Definition (リスク支配 Risk Dominance)

鹿狩りゲームにおいて、戦略の組 (D, D) が (C, C) をリスク支配するとは、逸脱による利得損失の積が大きいことをいう。

(参考) http://en.wikipedia.org/wiki/Risk_dominant)

Aumann の指摘にもかかわらず、実験や実際の経済などで、リスク支配されるパレート効率的な均衡の達成にチープトークがすごく重要な役割を果たしていることが確かめられている。

Example (独占禁止法 Competition (Antitrust) Law)

独占禁止法では寡占 oligopoly 企業間のチープトークが禁じられている。

大雑把な言語と部分的調整 Partial Coordination[2]

Example (デートか家にいるか)

	A	B	home
A	3, 3	0, 0	0, 1
B	0, 0	3, 3	0, 1
home	1, 0	1, 0	1, 1

- まず、「今日デートしない？」と範囲を $\{A, B\}^2$ に絞る。
- その範囲内で、「OK、んじゃA で待ち合わせね」などとさらに調整する。

Outline

- 1 コミュニケーションと意思決定
- 2 メッセージの送り手のとる行動の不確実性と調整 Coordination
- 3 無限回繰り返しゲームとフォーク定理

無限回繰り返し返しゲーム

Definition (繰り返しゲーム)

- 同じゲーム $G = \langle N, A, u \rangle$ のプレーを繰り返す。
- 最終的に得られる利得は、各期に得られる利得の総和を割り引いたもの (割引因子 discount factor $\delta_i \in [0, 1)$ で割り引くバージョンもある)

$$\lim_{T \rightarrow \infty} \sum_{t=1}^T u_i(a^t) / T \quad \left(\lim_{T \rightarrow \infty} \sum_{t=1}^T \delta_i^t u_i(a^t) \right)$$

- $h = (a^1, \dots, a^t) \in H$ 履歴 history
- 各履歴に決定ノードが対応し、戦略プロファイルは H から A への関数、すなわち各履歴 $h \in H$ に対して行動 $a \in A$ を定めるものとして定義される。

達成可能性

Definition (達成可能 Feasible な利得プロファイル)

$G = \langle N, A, u \rangle$ 上で達成可能な利得プロファイル $v \in \mathbb{R}^N$ の集合は、 A 上の結果で得られる利得プロファイルの凸結合、すなわち

$$\left\{ \sum_{a \in A} \alpha_a u(a) \mid (\forall a \in A) \alpha_a \geq 0 \wedge \sum_{a \in A} \alpha_a = 1 \right\}$$

達成可能な利得プロファイルの集合を **効用可能集合 utility possibility set** ということもある。

公的混合 Public Randomizing

この集合上の任意の利得プロファイルは、適当な回数の割合で A 上の結果を混ぜてプレーすることで合意することにより、無限に近く近似的に達成可能。

個人合理性

Definition (ミニマックス Minmax 利得)

$$\underline{v}_i = \min_{a_{-i} \in A_{-i}} \max_{a_i \in A_i} u_i(a)$$

プレイヤー*i* に対する最も厳しい制裁から得られる *i* の利得。

Definition (個人合理性 Individual Rationality)

$$u \in \mathcal{R}^N$$

- $u \geq \underline{v}$ 個人合理的 individually rational
- $u \gg \underline{v}$ 狭義個人合理的 strictly individually rational

達成可能かつ個人合理的な利得プロファイルの集合を V と表すことがある。

トリガー戦略としっぺ返し

Definition (トリガー戦略)

$v \in V$ をプレイヤー間で達成を目指す利得の合意内容とする。以下の戦略をトリガー戦略と呼ぶ。

- 他のプレイヤーが合意内容に従ってプレーしている間は、自分も合意内容に従う
- 他のプレイヤー誰かひとり j が逸脱した場合、 j に対して minmax の制裁を課すプレーをとり続ける。

似たようなプレーの仕方に「しっぺ返し tit for tat (目には目を、歯には歯を)」がある。これは、相手の戦略を一期遅れで模倣する戦略。

フォーク定理 Folk Theorem

Theorem (フォーク定理)

無限回繰り返しゲームでは、**個人合理的**かつ**達成可能**な任意の利得プロファイルがあるナッシュ均衡で達成可能。

Proof.

トリガー戦略の組はナッシュ均衡。



無限回繰り返しゲームの SPNE でも同様の性質があるが、制裁の設計がトリガー戦略に比べて格段に難しくなる。

合意内容の設計とコミュニケーション

無限回繰り返しゲームにおける合意内容の設計にコミュニケーションが大変有効。

フォーク定理の諸性質

比較制度分析 Comparative Institutional Analysis

フォーク定理に従うと、無限回繰り返しゲームでは極めて多様な均衡が生じることがわかる。このことを社会制度の多様性の主要な要因であるとする立場で比較制度分析が知られている。

頑健性 Robustness

繰り返し囚人のジレンマゲームのように、有限回繰り返しの回数をいくら増やしても、無限回繰り返しと全く異なるナッシュ均衡の集合が得られるゲームが多い。こうした不連続性は一般に科学理論にとって望ましくない(特異点 singularity を除く)。

どちらかと言えばフォーク定理のほうが我々の直感にあうことから、ゲーム理論では有限回繰り返しゲームのナッシュ均衡や SPNE がムカデゲームのナッシュ均衡などとともに問題視されることがある。[4]

実例

Example (囚人のジレンマ)

	C	D
C	3, 3	1, 6
D	6, 1	2, 2

(C, D) と (D, C) を適当な割合でプレーすることを繰り返すのが良さそう。

(C, C) は一回交代で交互に (C, D) と (D, C) をプレーする繰り返しにパレート支配される。

Example (チキン)

	ハト	タカ
ハト	3, 3	1, 4
タカ	4, 1	0, 0

今度は、例えば (ハト, ハト) を繰り返すのが良い。

しかし、(タカ, ハト) を無限回繰り返すのも依然として SPNE。

(例 俺様夫と従順な妻)



R. J. Aumann.

Nash equilibria are not self-enforcing.

In J. J. Gabszewicz, J. F. Richard, and L. A. Wolsey, editors, Economic Decision Making: Games, Econometrics and Optimization, Essays in Honor of Jacques Dreze, pages 201–206. Elsevier, Amsterdam, 1990.



Andreas Blume.

Coordination and learning with a partial language.

Journal of Economic Theory, 95:1–36, 2000.



Joseph Farrell.

Talk is cheap.

The American Economic Review, 85(2):186–190, 1995.



Martin J. Osborne and Ariel Rubinstein.

A Course in Game Theory.

MIT Press, Cambridge, 1994.