

組合せ発想ゲームで得られる アイデアの質の自動評価に関する検討

Automatic Evaluation Method of the Quality of Ideas obtained from Combinatorial Thinking

西原 陽子¹ 大澤 幸生¹

Yoko Nishihara¹ and Yukio Ohsawa¹

¹ 東京大学大学院工学系研究科システム創成学専攻

¹Department of Systems Innovation, School of Engineering, the University of Tokyo
nishihara@sys.t.u-tokyo.ac.jp

Abstract: We have developed a table game named Innovation Game that supports users in thinking up ideas by combining existing products. There are two kinds of players in the Innovation Game, innovators and investors. While the innovators think up ideas and propose them, the investors criticize the ideas and make decisions whether they invest money to the ideas or not. In the Innovation Game, the innovators do not only propose ideas, but also improve the ideas reflecting comments from investors that represent negative impression to the ideas. During the communication between innovators and investors, the players build consensus about the quality of ideas. Although it has been considered that ideas with high quality might be related to negative comments from investors, the relation has not been validated. We analyzed the communications in the Innovation Game, to find that the more negative comments innovators accept, the more ideas with high quality are obtained.

1 はじめに

人の発想を支援する方法は古くから研究されており、例としてKJ法やマインドマップ、ブレインストーミングなどがある[1, 2, 3]. これらの手法は計算機上で使用可能なソフトウェアとして実現されており、学術の現場だけでなくビジネス界においても使用されるなど、幅広い範囲で活用されている。

発想を支援する際の指針として、より多くのアイデアが発想されることを掲げる手法が多い中、我々の研究室では社会に役立つアイデアを発想することを指針とし、社会的創造力を鍛えるためのゲーム「イノベーションゲーム」(以下 IG と略す) の開発を進めている[4]. IG は既存のアイデアを組み合わせることにより、社会に役立つ新しいアイデアを発想する能力を鍛えるゲームになる。ゲームプレイヤーにはアイデアを考える起業家とアイデアを批評、アイデアに対して投資する投資家、ゲームの進行を掌るディーラーなどが居り(図1を参照のこと)、ゲームを2時間ほどプレイすると約15個のアイデアを得ることができる。既存のブレインストーミングと異なり、IG ではアイデアに対して否定的な発言を投げ

かけることが許されており、この否定的な発言がゲームを盛り上げる一因となっている。多くのアイデアが得られるが、得られたアイデアが全て社会に役立つというわけではなく、ゲーム終了後にプレイヤー全員でアイデアの質に関する評価を行い、質が高いと評価されたアイデアを2, 3個抽出され、実用化に向けて更なる検討が進めていくようになっている。

IG では、ゲーム中にプレイヤー同士がアイデアに関する会話を行う。会話では、発想されたアイデアに対して、投資家がアイデアの機能に関する質問、アイデアの欠点を指摘する。それに対し、起業家が質問への回答、欠点の改善を行うなど、プレイヤー達は会話を通じてアイデアの質についてコンセンサスをとっていく。即ち、会話が終了する頃には、アイデアの質がおおよそ決定されることになる。

IG において、会話とアイデアの質には何らかの関連があることから、会話を用いることによりアイデアの質を自動的に評価できる可能性があると考えられる。自動的に評価可能となれば、ゲーム終了後に質に関する評価をする手間が省け、アイデア発想支援環境としてのIGをより実用的なものへと



図 1 IG をプレイしている様子. 手前に起業家, 奥に投資家とディーラーがいる.

近づけることができると考えられる.

そこで, 本論文ではアイデアの質の自動評価に向けて, 会話内容とアイデアの質の関係を調査した結果を報告する. 以下, 本論文では 2 章で会話やコミュニケーションを分析するための関連研究, 3 章で調査方法を述べ, 4 章で調査結果を示し, 5 章で結論をまとめる.

2 関連研究

会話やコミュニケーションの内容を分析し, その改善を試みる研究は多い[5, 6]. 例えば, 山下らは一般的な会話分析手法[8]を用いて, 集団における合意形成を成功させるための条件を明らかにした[9]. これらに対し, 本稿では質の高いアイデアが得られる際の会話の条件を明らかにしていく. アイデアの量ではなく質に焦点を置くことにより, IG における会話方法を改善することも可能となる.

人の発言に着目し会話を分析した研究としては, ミーティングにおける人の関与と発言の種類の間を調査した研究[10] や, 発話の主導権が話題により切り替わることを調査した研究[11] などがある. これらに対し, 本稿では起業家, 投資家と役割が決められた会話を分析する点で異なっている. 教育を目的として行われるディベートにおいて, 役割を分担することにより論理的思考力や議論の能力の育成に効果があることが分かっており, アイデア発想における役割分担の効果もあると考えられる. 本稿の調査により, アイデア発想を目的とした会話における役割分担の効果が明らかになると考えられる.

Eris らはチームによる発想支援では, 物事の定義

を決める発言がアイデアの設計に大きく関与することを明らかにした[12]. Eris らの研究と本研究は発言の種類を分析する点において類似しているが, 本研究では発言の種類を表すタグは用いず[13, 14], IG の特徴である否定発言に着目して分析を行う. これにより, 否定発言が質の高いアイデアの獲得にもたらす効果が明らかになると考えられる.

否定発言は, 話者の否定的な感情が表れた発言を指し, 徳久らは, 感情に関わる発言の割合が対話の盛り上がりに関連することを明らかにした[15]. これに対し, 本稿は直前の発言に対する評価発言が, その後の提案内容の質の変化に及ぼす影響を分析する点で徳久らの研究と異なっている. これにより, 感情の変化と質の高いアイデアの関連を明らかにすることが可能となる.

3 調査方法

IG で得られた会話とアイデアの質の関係を調査した方法を説明する.

3・1 調査手順

調査は以下の手順で人手により行った. 初めに, IG で得られた音声データをテキストデータに書き起こした. 次に, 起業家によるアイデアの説明開始から, 投資家によるアイデアへの投資開始までを 1 単位として, アイデアに関する会話を抽出した. 抽出された会話内の各発言に対し, 発言の肯定/否定の度合いを示すラベルを付与し, 付与されたラベルを時系列に並べ, ラベルの変遷を表す図を作成した. 最後に, アイデアの質とラベルの変遷の関係をまとめた.

3・2 発言の肯定/否定の度合いを表すラベル

本調査では, 発言に対するラベルとして, 肯定発言(P), 中立発言(I), 否定発言(N), 笑い(L) と 4 種類のラベルを用意した. 肯定発言は, 会話の流れの中で前の発言に対し, 肯定的な態度を示す発言になる. Yes/No を問うタイプの質問に対して Yes と答える場合などにこのラベルを与えた. 中立発言は, 会話の流れの中で前の発言とは無関係の, 新たな会話を始める発言になる. What を問うタイプの質問に対して答えるだけの発言も中立発言とした. 否定

表 1 IG で得られた 4 種類の否定発言

	Player	Utterance
N1	Innovator	(省略)を使って、教育に飛躍的な進歩が期待できます。
	Investor	うーん。
N2	Innovator	非常に住みやすい星だということが出来ます。
	Investor	そうかなー。
N3	Innovator	地球が死ぬまでエネルギーを使うことができます。
	Investor	エネルギーを膨大に使う目的は何なの？
N4	Innovator	それは今後考えるとして、とりあえずこれが開発できました。
	Investor	その小型のコンピュータってさ、セキュリティ面が考慮されていないのだけど、それは使うのが怖いなあ

表 2 調査に用いた IG のデータ

Game	Innovators	Investors	Ideas	Good ideas
1	3	3	16	1
2	4	3	20	3
3	4	8	13	2
4	4	8	13	2
5	3	6	17	3

発言は、会話の流れの中で前の発言に対し、否定的な態度を示す発言になる。否定発言に関しては、IGにおいて以下の4種類が確認されたため、本調査では、否定発言のみ4種類に分けて分析を行った。

• N1: 疑問が残っており、芳しくない反応を示す発言

• N2: 同意できないことを示した発言

• N3: 否定感を出した質問を示す発言

• N4: アイデアの欠陥を具体的に指摘する発言

否定発言 N1 から N4 の例を表 1 に示す。

ラベルの付与は 2 名のアノテーターに依頼した。ラベルの P, I, N, L の判定はアノテーターが行い、著者の一人がダブルチェックを行った。人手ではあるが全員の判断が一致した発言のみを調査に用いた。

3・3 調査データと調査項目

調査には表 2 に示す 5 回の IG のデータを用いた。本調査では質の高いアイデアを多額の投資を受けたアイデアとし、表 2 では Good Ideas と示されたものがこれに相当する。

調査項目は(1) アイデアと発言数の関係、(2) アイ

デアとラベルの関係、(3) アイデアとラベルの変遷の関係とした。

4 調査結果と考察

本章では調査結果をまとめ、質の高いアイデアが得られる際の会話の特徴を考察する。

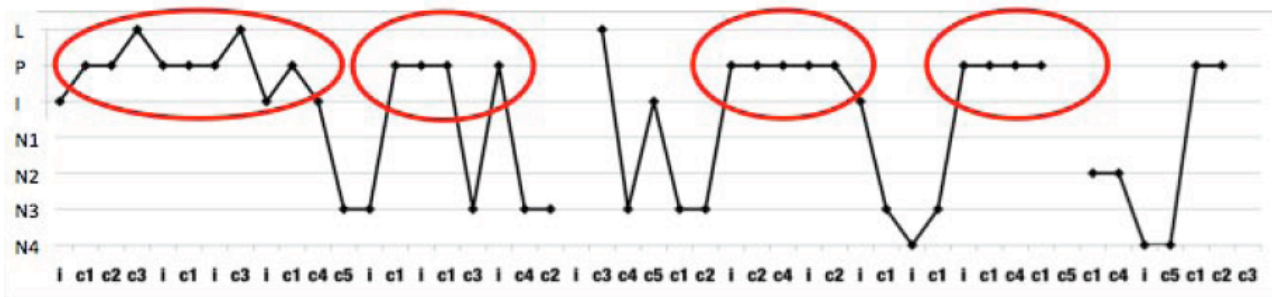
図 2 に質の高いアイデアに対するラベルの変遷を例示し、図 3 に質の高くないアイデアに対するラベルの変遷を例示する。図 2 と図 3 では、縦軸が発言のラベル、横軸が発言したプレイヤーになる。図 2 では、否定発言も見られるが、肯定発言の数が多く、会話も肯定発言で終わっていた。一方、図 3 では、否定発言と肯定発言を往復することが多く、会話が肯定発言で終わらなかった。

図 2 と図 3 より、質の高いアイデアと質の高くないアイデアでは、ラベルの変遷が異なることが推察される。そこで、ラベルの変遷を表 3 の左列に示す 11 種類に分類し、各変遷に相当するアイデアの数を調べた。結果を表 3 に示す。なお、表 3 における、上から発散、下から発散を表す変遷は図 4 の通りになり、平面の縦軸に肯定、中立、否定発言を図 4 の通りに設定した場合、下から発散とは、中立発言や否定発言から肯定発言へと上昇することにより始まるものとし、上から発散とは中立発言や肯定発言から否定発言へと下降することにより始まるものとする。

質の高いアイデアに対する変遷は(6)、即ち上から発散して、肯定発言に収束して終了するものが最も多かった。実際の会話の例を表 4 に示す。変遷(6)では、アイデアに対し投資家から否定的なコメントが出され、それを改善する案が起業家から出されるため否定発言と肯定発言を往復し、起業家のアイデアに納得した投資家が肯定的なコメントを出すようになるため肯定発言に収束する。起業家は投資家の指摘した問題点を解消したため、多くの投資家はアイデアの価値に納得し、その結果としてアイデアは多くの投資を受けたと考えられる。このことから、質の高いアイデアが得られる会話は変遷(6)をたどることが多いと分かった。

しかし、変遷(6)の会話に対しては、質の高くないアイデアも 8 個存在し、現時点で変遷(6)の会話であれば質の高いアイデアになると主張することはできない。そこで、変遷(6)の会話で発せられた否定発言のラベル N1 から N4 までの割合を調査し、質の高い/質の高くないアイデアとなった理由を調査した。結果を図 5 に示す。

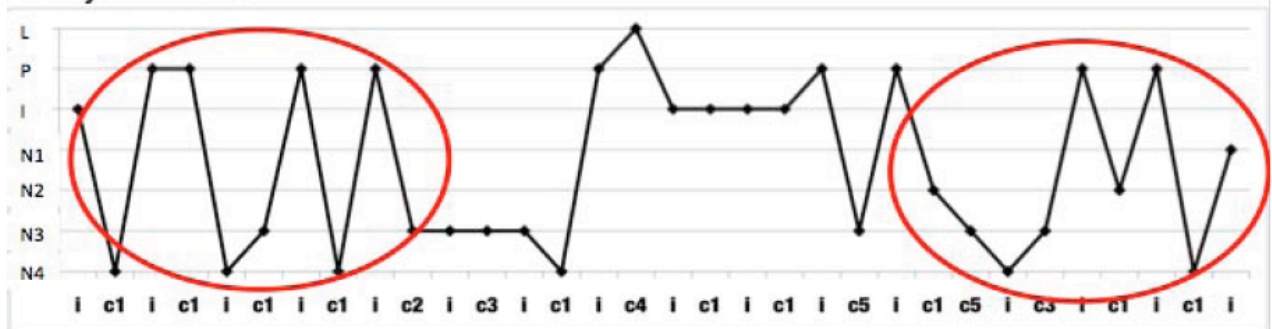
label for utterances



transition of utterances (i: innovator, c: investor)

図 2 質の高いアイデアが得られたときのラベルの変遷。縦軸は発言の種類を表すラベル，横軸は発言したプレイヤーを表す。ラベルは，L: 笑い，P: 肯定発言，I: 中立発言，N1 から N4: 否定発言となる。変遷の(6) に相当。

label for utterances



transition of utterances (i: innovator, c: investor)

図 3 質の高くないアイデアが得られたときのラベルの変遷。縦軸，横軸の意味は図 1 と同じ。変遷の(1) に相当。

図 5 において，質の高いアイデアに対するラベル N2 の否定発言の割合は質の低いアイデアに対する割合よりも高かった。一方，質の低いアイデアに対するラベル N4 の否定発言の割合は，質の高いアイデアに対する割合よりも高かった。これは，質の高いアイデアに対しては改善可能な欠点が否定発言 N2 により指摘され，質の低いアイデアに対しては改善が難しい欠点が否定発言 N4 により指摘されるためと考えられる。このことから，同じ変遷(6) の会話であっても，質の高いアイデアならば否定発言 N2 の割合が高くなり，質の高くないアイデアならば否定発言 N4 の割合が高くなり，否定発言の内容が異なる。

一方，質の高くないアイデアに対する変遷は(1)，(2)，(3)が多かった。変遷(1) と(2) に関しては，会話が否定発言と肯定発言を往復したまま終わったことから，起業家と投資家の間でアイデアに関する合

意が得られなかったことを意味している。実際の会話例を表 5 に示す。表 5 では，投資家の発言に対し，起業家から改善案が出されておらず，投資家がアイデアに対して納得をしなかったことが読み取れる。変遷(3) に関しては，会話が肯定発言で終始していることで，起業家と投資家の間でアイデアの改善が行われなかったことを意味している。このため，これらの 3 つの変遷では質の高いアイデアが得られなかったと考えられる。

以上より，質の高くないアイデアが得られる会話では，投資家と起業家の間に合意が得られないため，否定発言と肯定発言を往復する発散で終わること，および投資家と企業家の間に意見の相違がなく，肯定的な発言のみで終わることが分かった。

表 3 ラベルの変遷, および各変遷に対応する質の高いアイデアの数と質の高くないアイデアの数.

Transition	Good idea	Not good idea
(1) 上から発散し, 発散したまま終了	1	18
(2) 下から発散し, 発散したまま終了	0	14
(3) 発散せず, 肯定発言に収束し終了	0	17
(4) 発散せず, 中立発言に収束し終了	0	3
(5) 発散せず, 否定発言に収束し終了	1	1
(6) 上から発散し, 肯定発言に収束し終了	10	8
(7) 上から発散し, 中立発言に収束し終了	0	0
(8) 上から発散し, 否定発言に収束し終了	0	0
(9) 下から発散し, 肯定発言に収束し終了	1	3
(10) 下から発散し, 中立発言に収束し終了	0	0
(11) 下から発散し, 否定発言に収束し終了	0	2

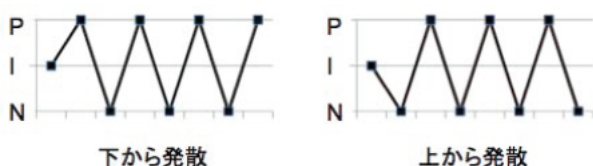


図 4 上から発散, 下から発散の説明図.

表 4 変遷(6)に相当する会話の例.

Player	Utterance
Innovator (I)	樹脂配管システムとオゾン油脂分解システムを組み合わせて, 配管内の汚れを低減するアイデアを提案します.
Investor 1 (N4)	オゾンを使うというのはちょっと, 人が周りにいたら危険だとかいうこともあるかもしれないですけど, その安全性は, どういうふうに考えられていますか.
Innovator (N2)	オゾン自体が, 吸ったらすぐ病気になるというものではないですし, 配管は地上と地下に配備するのですが, オゾン油脂分解システムは地下に埋め込めばよいので, 事故があっても人が死ぬようなことはないです.
Investor 2 (P)	人から遠いところに, オゾン油脂分解システムを使っているから大丈夫だろうと.
Innovator (P)	その通りです.
Investor 1 (P)	ああ, 分かりました.

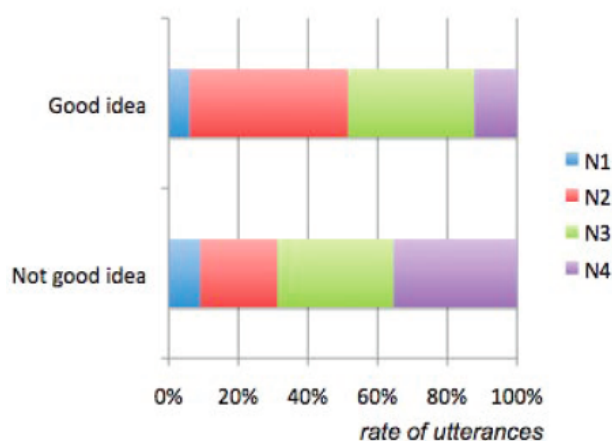


図 5 変遷(6)の会話における否定発言 N1 から N4 までの割合.

表 5 変遷(1)に相当するコミュニケーションの例.

Player	Utterance
Innovator (I)	31 番の安全弁付き定量ポンプと 48 番のユニットバスを組み合わせて, 全自動でお湯をはると同時にバスクリンも同時に入れてくれるアイデアを提案します.
Investor 1 (N3)	案外, バブとか自分で入れたい派なんですけど.
Investor 2 (P)	おれもおれも, 絶対自分でいれたい!
Innovator (N2)	これ液体用なので, 固形用ではないんですよ.
Investor 1 (N3)	液体でもさ, 入れてむふおーっとなっていくのを見たい派なんですけど.
Innovator (P)	見たい派ですか.
Investor 3 (N2)	粉をさ, 自分で入れて, 適当に入れて, あー今日濃いなあ, あー今日薄いなあとかっていうこの, 適当な感じがちょっと良かったりする.
Innovator (N2)	そんなことはないと思いますけど.

4 まとめ

本稿では, イノベーションゲームにおいて, 質の高いアイデアが得られる際の会話の特徴を調査した. 調査の結果, 質の高いアイデアが得られるときには, 投資家の否定的なコメントを起業家が肯定的に受け入れコメントを元にアイデアを改善して行き, 最終的に, 投資家がアイデアに納得し肯定的なコメントを出すようになる会話があることが分かった.

今後は, 本調査で得られた結果を元に, アイデアの質を自動評価するシステムを構築し, アイデア発想支援環境としてのイノベーションゲームをよりいっそう改善して行くことが目標となる.

参考文献

- [1] Alex F. Osborn, *Applied Imagination*, Scribner (1979)
- [2] 川喜田二郎, 発想法-創造性開発のために, 中公新書, (1967)
- [3] トニー・ブザン, 神田昌典, バリー・ブザン, ザ・マインドマップ, ダイヤモンド社 (2005)
- [4] Y. Ohsawa, Y. Maeno, A. Takaichi, and Y. Nishihara, Innovation Game as Workspace for Sensing Values in Product Design and Marketing, *Proceedings of the 2nd IEEE International Workshop on Data Mining for Design and Marketing 2008*, pp.823—828 (2008)
- [5] 松田昌史, 松下光範, 苗村健, 社会的分散認知環境における集団課題達成の促進要因: 集団成員間の親密さの影響, *電子情報通信学会論文誌 D*, Vol. J90-D, No. 4, pp. 1043–1054 (2007)
- [6] 南野謙一, 照井孝幸, 木下哲男, 創造的な課題解決を支援するグループ発想支援システム, *電子情報通信学会論文誌 D*, Vol. J91-D, No. 2, pp. 166–177 (2008)
- [7] G. Psathas, *Conversation Analysis: The Study of Talkin- Interaction*, Sage Publications, Inc (1994)
- [8] 山下直美, 石田亨, 野村早恵子, 早水哲, 電子メールを用いた組織間交渉事例の分析, *情報処理学会論文誌*, Vol. 43, No. 11, pp. 3355–3363 (2002)
- [9] B. Wrede and E. Shriberg, The Relationship between Dialogue Acts and Hot Spots in Meetings, in *Proc. IEEE Automatic Speech Recognition and Understanding Workshop* (2003)
- [1 0] M. Walker and S. Whittaker Mixed Initiative in Dialogue: An Investigation into Discourse Segmentation, in *Proc. 28th Annual Meeting of the Association of Computational Linguistics* (1990)
- [1 1] O. Eris, D. Bergner, M. Jung, and L. Leifer, *ConExSIR: A Dialogue-based Framework of Design Team Thinking and Discovery*, Springer-Verlag (2006)
- [1 2] J. Allen, and M. Core, Draft of DAMSL: Dialogue Act Markup in Several Layers, <ftp://ftp.cs.rochester.edu/pub/packages/dialogueannotation/manual.ps> (1997)
- [1 3] D. Jurafsky, L. Shriberg, and D. Biasca, Switchboard SWBD-DAMSL Shallow-Discourse-Function Annotation Coders Manual, www.dcs.shef.ac.uk/nlp/amities/files/bib/ics-tr-97-02.pdf (1997)
- [1 4] 徳久良子, 寺嶋立太, 雑談における発話のやりとりと盛り上がりの関連, *人工知能学会論文誌*, Vol. 21, No. 2, pp. 45–57 (2006)