

経営情報学会 2021年全国研究発表大会 武庫川女子大学 (2021/11/14)

ゆらぎによる知識の持続的発展についての定量分析

レシピを事例に

小野塚亮

東京工業大学リベラルアーツ研究教育院 PD研究員

本発表の流れ

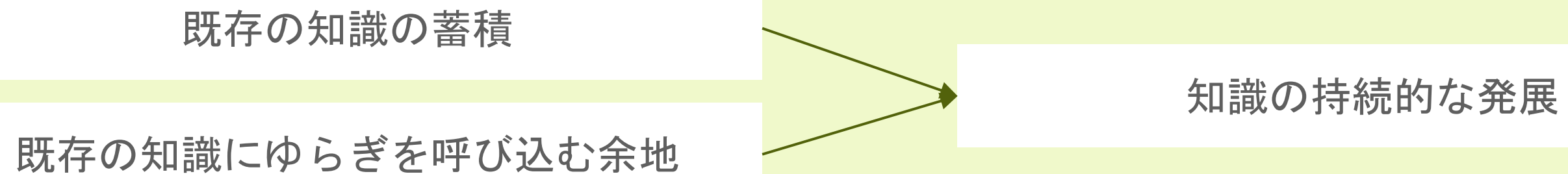
1. 本研究の概要
2. 背景と理論的視座
3. 問いと仮説
4. 分析方法
5. 分析結果
6. 考察と結論
7. 参考文献

本研究の概要

問い

知識はどのようなときに持続的に発展するのか？

仮説



方法

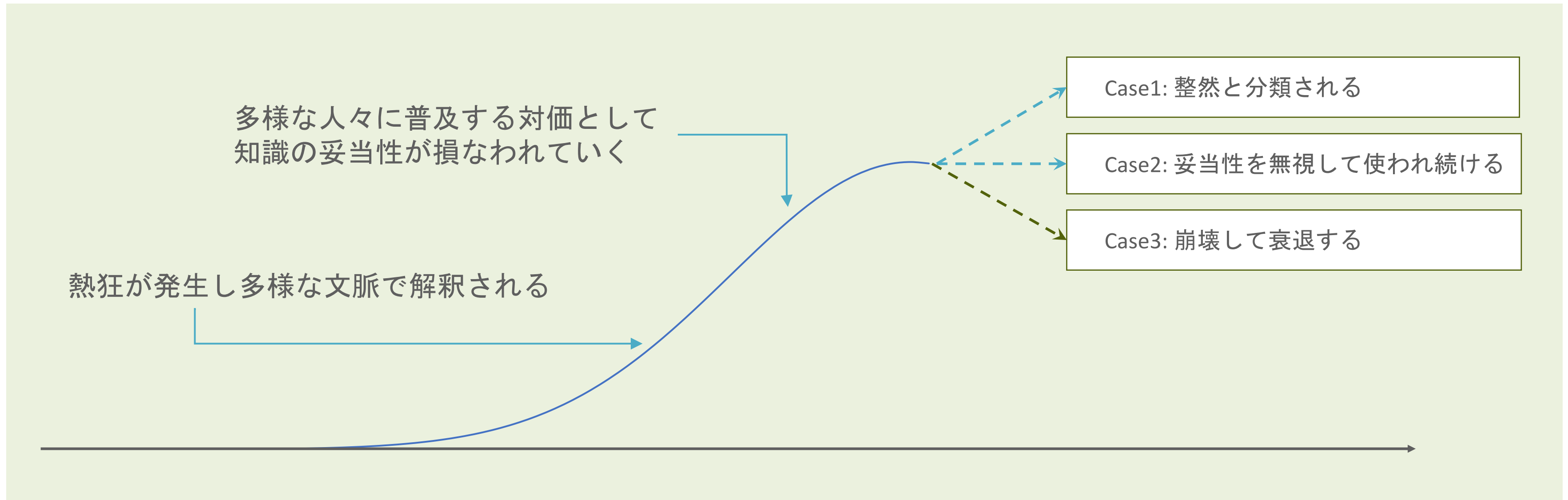
ウェブ上のレシピを対象に、ダイナミックトピックモデルとネットワーク分析から統計モデルを構築

結果
考察

蓄積が既にある、ゆらぎを呼び込む開放的な構造の知識は持続的に発展するという仮説を支持する結果
普及理論をベースにした知識のライフサイクルモデルへの理論的貢献ができた

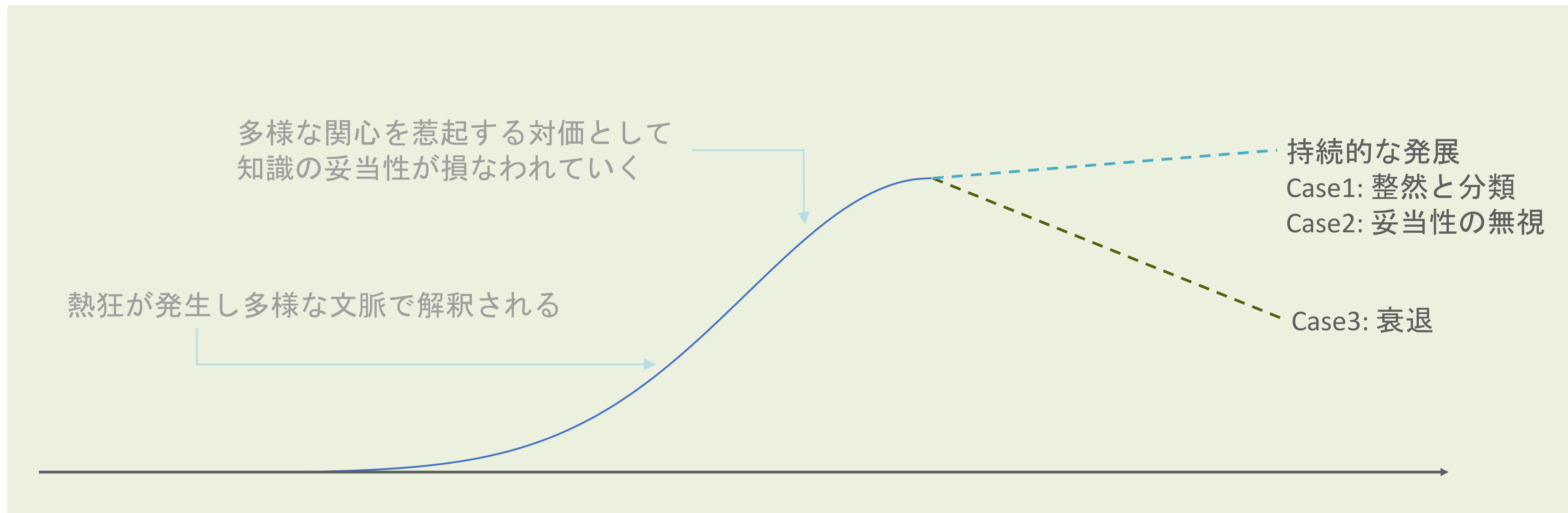
背景と理論的視座

情報化社会の進展に伴い、一過性の流行に振り回されやすくなっている



- Hirsch & Levin(1999)の知識のライフサイクルモデルをRogers(2010)の普及曲線に当てはめることで、問題の所在を明確にする
- 「熱狂のあと」にこの3ケースのどこへ向かうのか予見できれば、一過性の流行による混乱への処方箋になるのではないか

持続的な発展または衰退をたどる要因を明らかにする



多くの研究が流行の序盤に関心を寄せる一方で「流行しているから」という理由で投資することのリスクを減らすために、流行の後半に注目する研究はあまりされてこなかった (e.g. Löwy, 1992; Ren, Zhong & Xu, 2020)

背景

仮問
説い

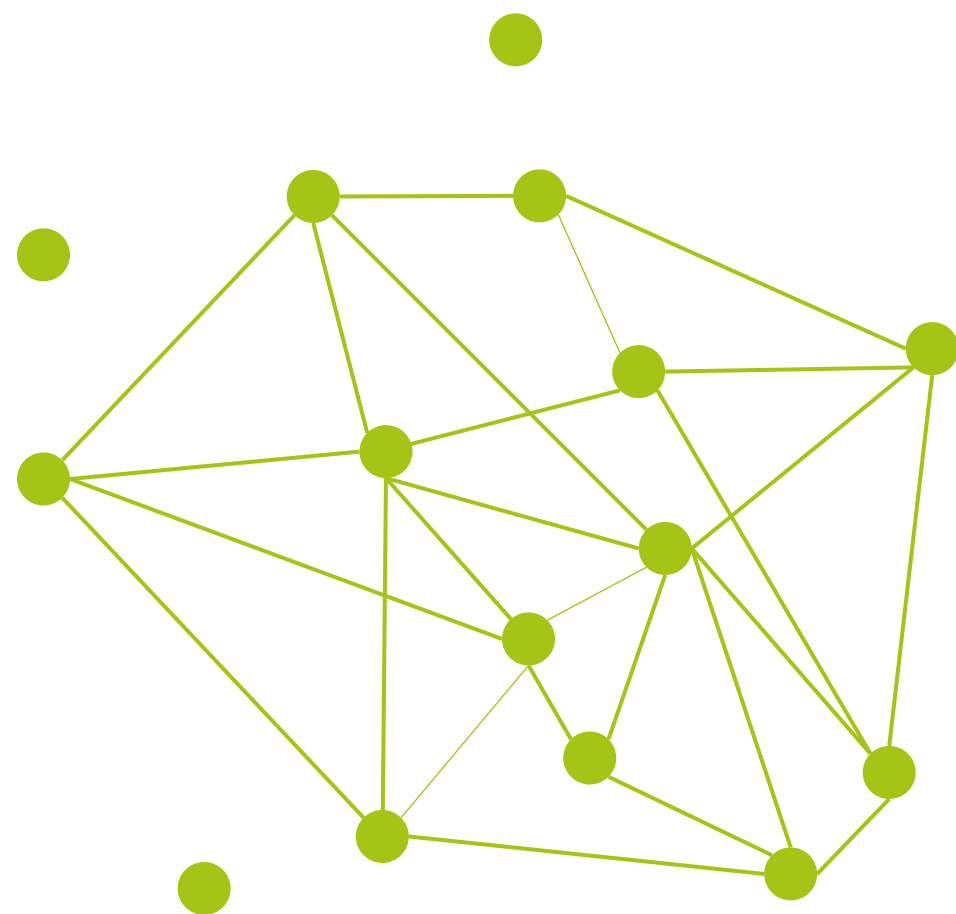
方法

結果

考察

知識の持続的な発展はゆらぎによって生じる

閉ざされた構造



開かれた構造



外部のノイズに開かれた知識構造は持続的に発展しやすい (Nonaka *et al.*, 1996)
ノイズの闖入によってゆらぎが起きる余地が既存知識の持続的な発展には重要であると指摘されるも、未開拓な論点にとどまっている (寺島, 2012)

背景

仮問
説い

方法

結果

考察

本研究での概念の定義

知識

ある目的のために何をどうするかを記述した知識であるノウハウ (know-how)
特に「何を」の部分である知識の構成要素を分析対象とする

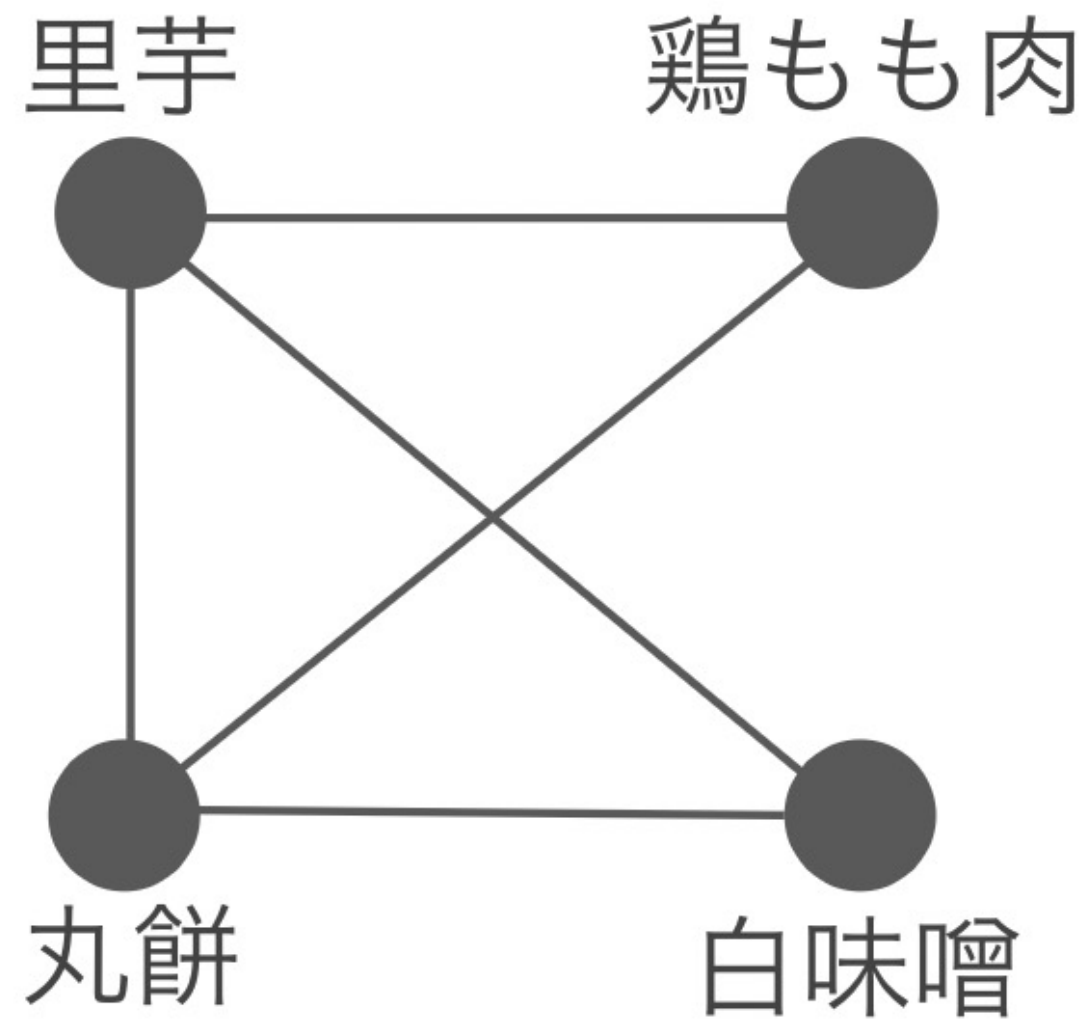
既存知識の蓄積

知識の構成要素が一定の組み合わせパターンで繰り返し出現すること

ゆらぎを呼び込む余地

複数の知識を構成している要素の間に新たな組み合わせの余地があること (cf. structural holes; Burt, 2004)

ゆらぎを呼び込む余地の例

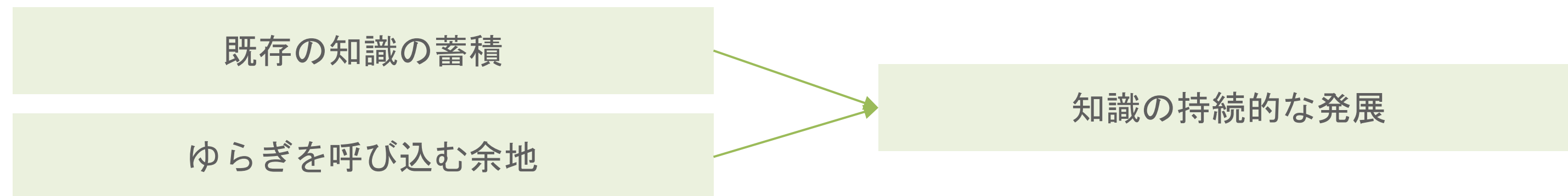


- 食材をノード、一緒に用いられることを辺として表現する
- 京都のお雑煮では白味噌・丸餅・里芋が組み合わせられる一方、熊本では鶏もも肉・丸餅・里芋と一緒に用いられる
- このような構造には、白味噌と鶏もも肉と一緒に用いるという新しい組み合わせを考える余地がある
- 新しい組み合わせの可能性の大きさをゆらぎを呼び込む余地として、平均クラスタリング係数によって計測する（後述）

問いと仮説

問い：知識はどのようなときに持続的に発展するのか？

仮説：既存知識の蓄積があり、ゆらぎを呼び込む余地が大きい知識は持続的に発展する



分析方法

分析単位、観察単位、使用するデータ

分析単位

知識（ノウハウ）

知識（ノウハウ）が構造的に記述された文章である料理のレシピを分析する

観察単位

材料の組み合わせ

レシピに記載された材料の組み合わせによって出来上がる料理には十分な差異が生じるため、本研究では材料の組み合わせのみを観察し、手順は観察単位に含めない

使用するデータ

ウェブからクロールした「麻婆」についてのレシピ

「麻婆」は、多様な調味料や材料が用いられるだけでなく、手軽なものから本格的なものまで多くのバリエーションが知られているため、本研究の分析対象として適切だと判断した
2010年から2019年の10年間のレシピ7,392件を分析に用いる

背景

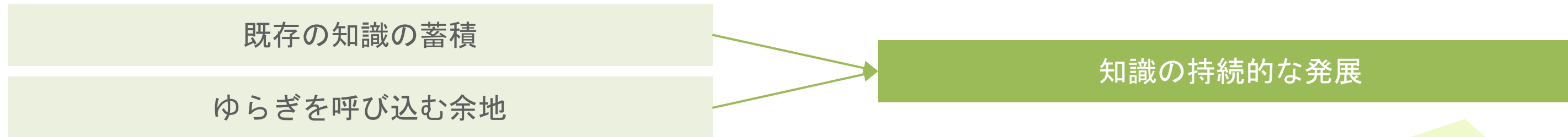
仮問
説い

方
法

結
果

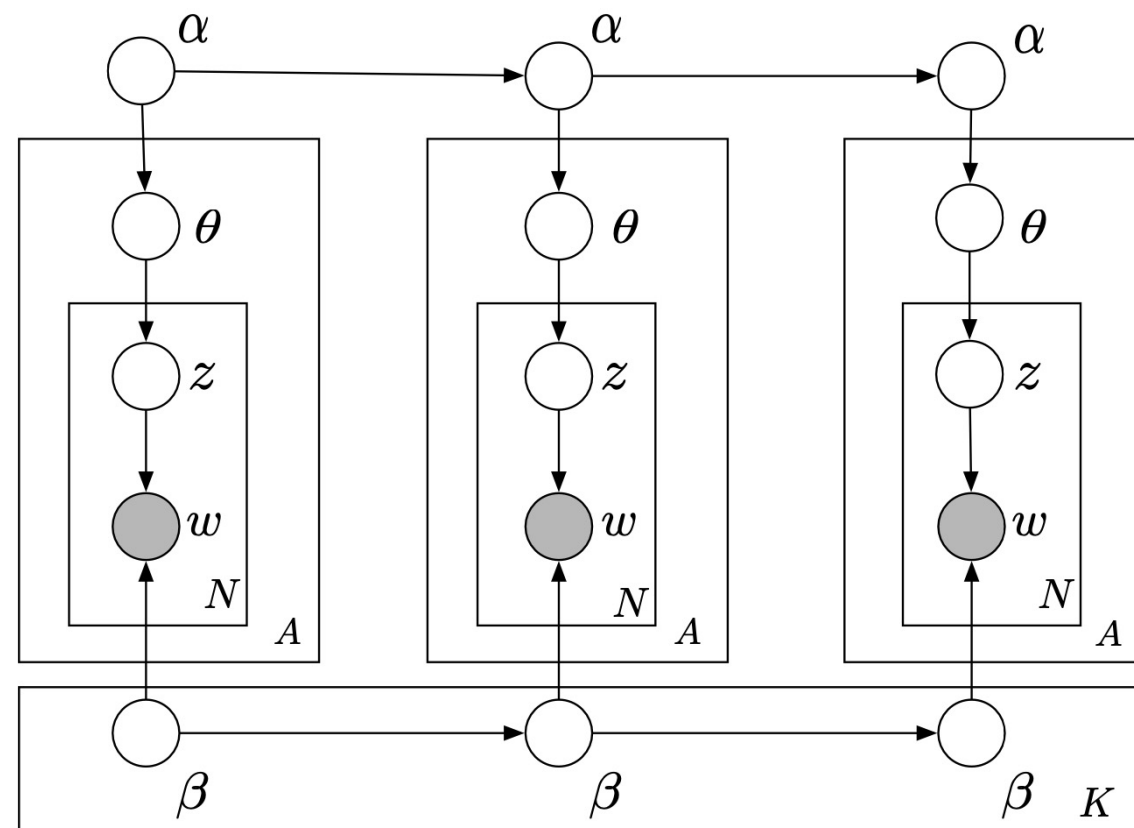
考
察

被説明変数「知識の持続的な発展」の操作化



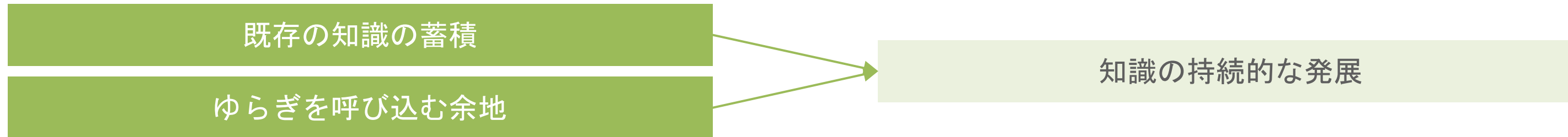
$$y_t = \begin{cases} 1 & P_t(w_i|z_k) < P_{t+1}(w_i|z_k) \\ 0 & otherwise \end{cases}$$

- 材料の組み合わせの背後にあるパターン（トピック）をダイナミックトピックモデル（DTM; Blei & Lafferty, 2006）によって抽出した
- t期にトピック z_k に材料 w_i が出現する確率 $P_t(w_i|z_k)$ を材料の重要性と呼称する
- t期に知識が持続的に発展することを y_t を次式で与える

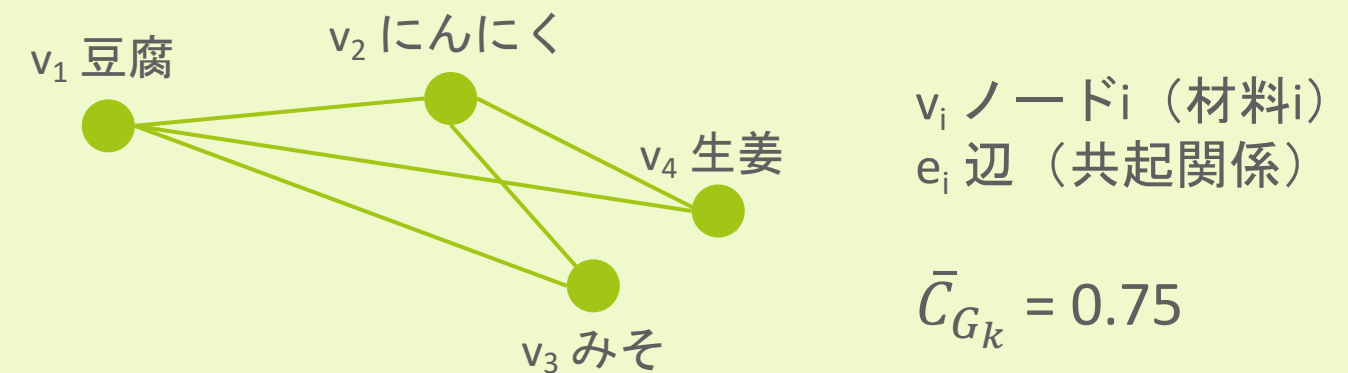


- DTMは代表的なトピックモデルであるLDA（Blei, Ng & Jordan, 2003）に状態空間モデルを組み合わせた生成モデル
- LDAは文章が生成される過程をモデリングする：
A個の各文章に対してトピック比率 θ を選ぶ \rightarrow N個の各単語に対してトピック z を選ぶ $\rightarrow z$ の下で語彙の分布 β から単語 w を選ぶ
- DTMはこの背後にトピック比率の不確実性を表現する変数 α を導入することで時間的な発展をモデリングしている

説明変数「既存知識の蓄積」「ゆらぎを呼び込む余地」の操作化



■t年のK個の各トピックに対して、材料の重要性 $P_t(w_i|z_k)$ の高い個の共起ネットワーク G_{tk} を作成して指標を計算した



既存の知識の蓄積：総共起回数の高さ

$$S_{G_{tk}} = \sum_{i=1}^n w(e_i)$$

t期のトピックkの既存の知識の蓄積 $S_{G_{tk}}$ を、グラフ上の材料の共起回数 $w(e_i)$ の総和として表す

ゆらぎを呼び込む余地：平均クラスタリング係数の低さ

$$C_j = \frac{\lambda_{G_k}(v_j)}{\tau_{G_k}(v_j)} \quad \bar{C}_{G_k} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^m C_j$$

クラスタリング係数 C_j ： G_k から v_j を含む3ノードを取り出した場合の数 $\tau_{G_k}(v_j)$ のうち、3辺が張られ閉じている数 $\lambda_{G_k}(v_j)$ の割合

平均クラスタリング係数 \bar{C}_{G_k} ：クラスタリング係数の平均値

背景

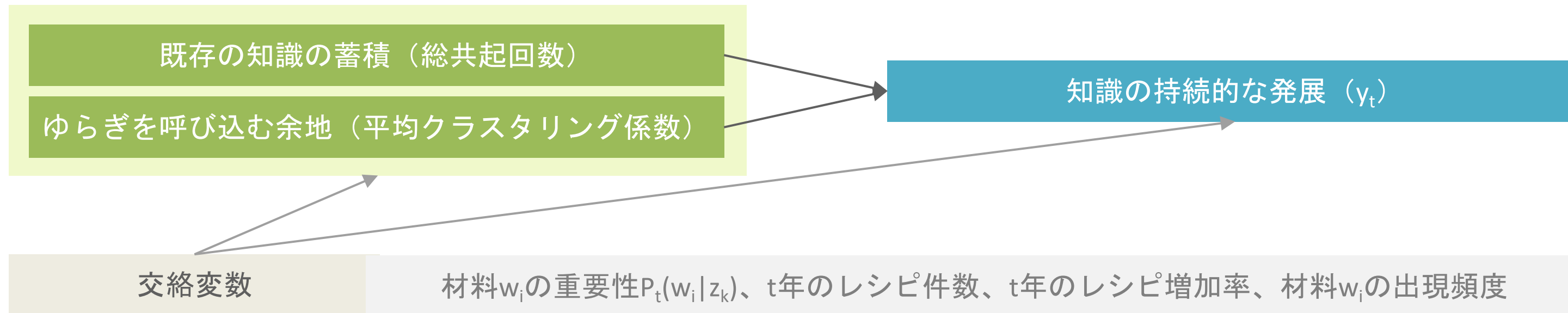
仮問
説い

方法

結果

考察

統計モデル



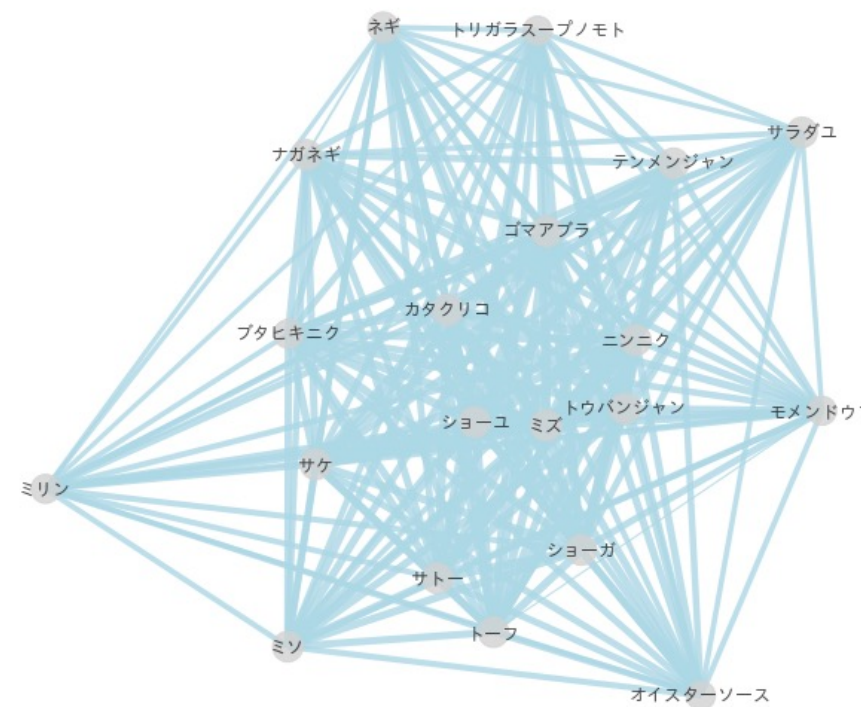
次式で与えるロジスティック回帰モデルを構築、 θ_0 から θ_6 を最尤推定法で推定した。

$$\begin{aligned} \text{logit}(y_t) = & \theta_0 + \theta_1 \text{総共起回数} + \theta_2 \text{平均クラスタリング係数} + \theta_3 \text{材料}w_i\text{の重要性}P(w_i|z_k) \\ & + \theta_4 \text{t年のレシピ件数} + \theta_5 \text{t年のレシピ増加率} + \theta_6 \text{材料}w_i\text{の出現頻度} \end{aligned}$$

t には2015年、2016年、2017年、2018年を用い、有意水準5%の下で係数を比較した。

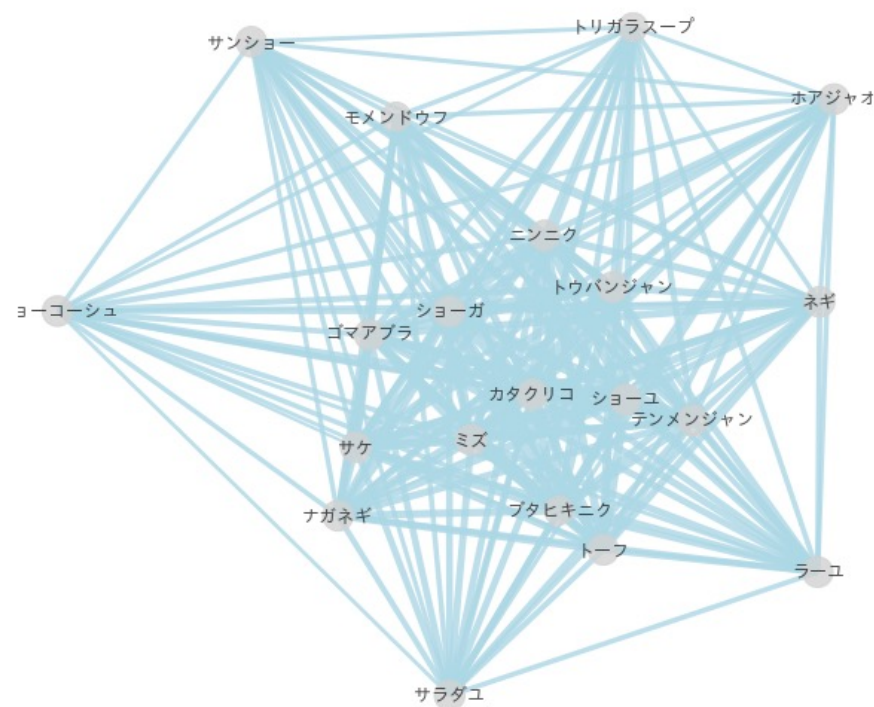
分析結果

トピック毎の共起ネットワーク (2017年)



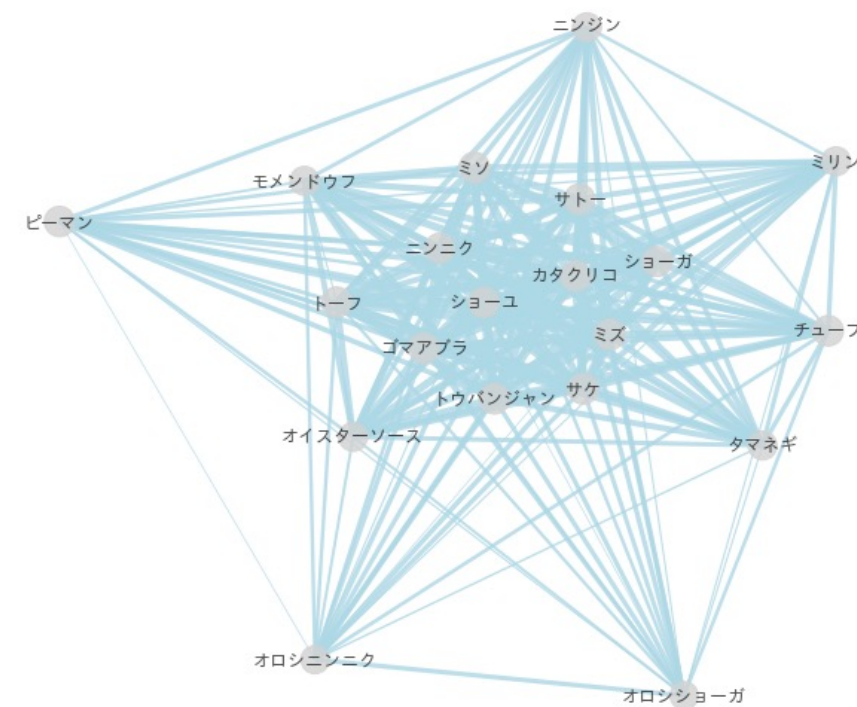
大眾麻婆トピック

豆板醬、甜麵醬、豆腐、醬油など「きょうの料理」的な材料から構成



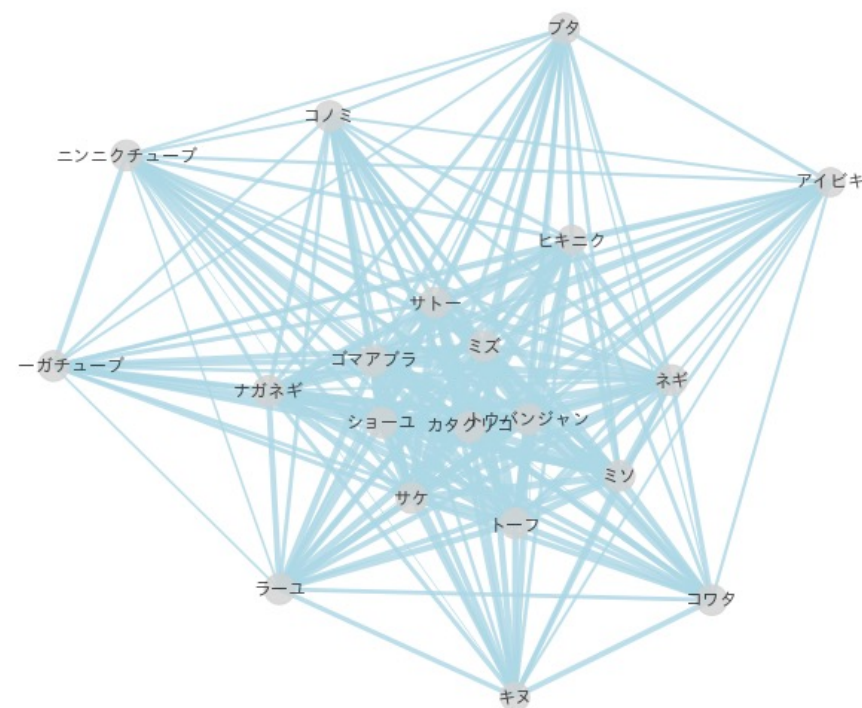
本格麻婆トピック

ホアジャオ、紹興酒など本格的な中華食材が特徴的



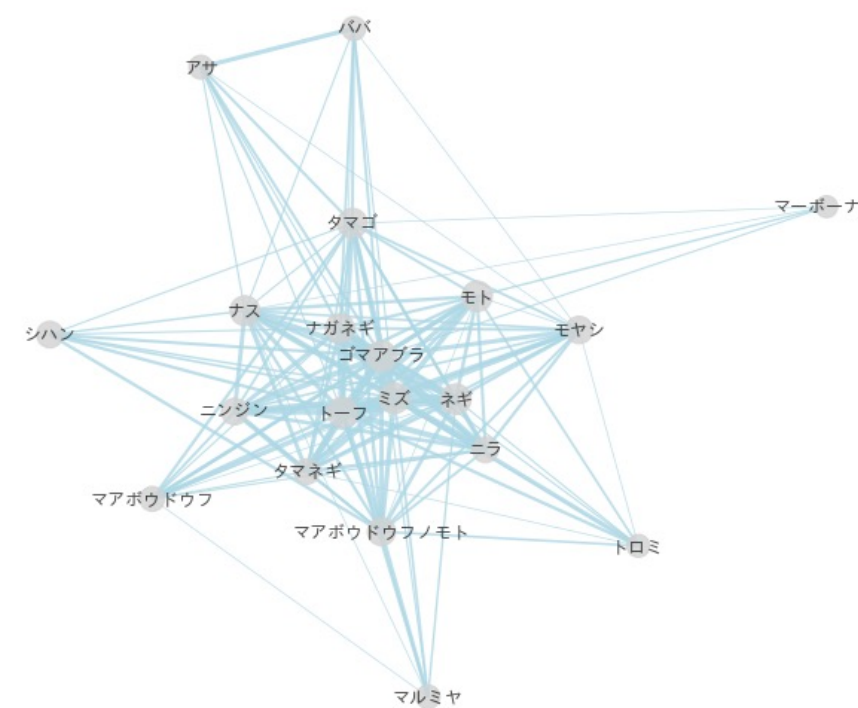
アレンジ麻婆トピック

ピーマンやタマネギ、人参などの野菜が追加されている点に特徴



お手軽麻婆トピック

チューブにんにく、チューブしょうがを使う点に特徴がある



ブリコラージュ的麻婆トピック

市販の麻婆豆腐の素を利用既存の枠に囚われない自由な組み合わせ

背景

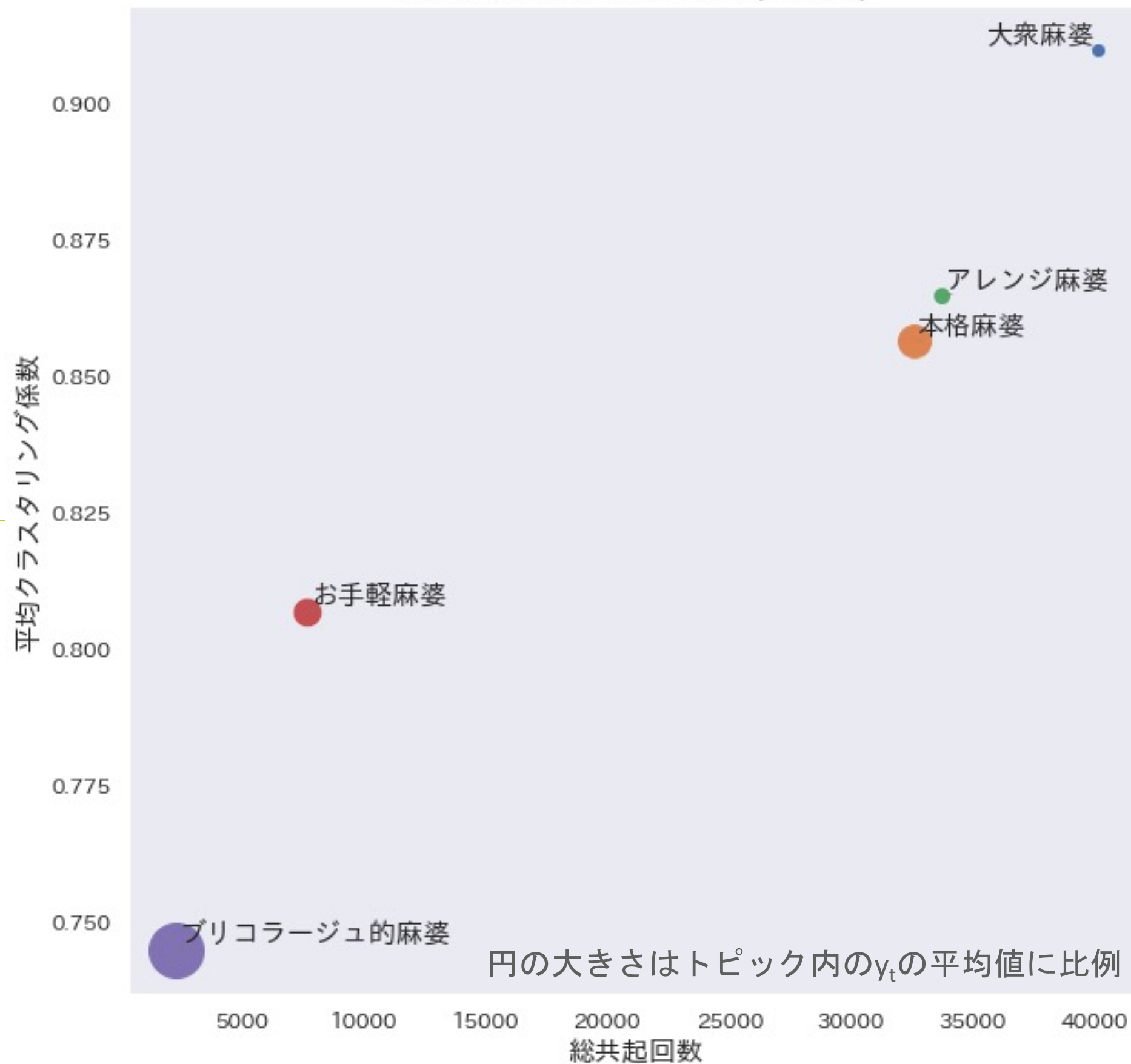
仮問
説い

方法

結果

考察

トピックごとの持続性の違い(t=2017)



2017年のトピックの持続性

- XY軸に説明変数、円の大きさに被説明変数をとった
- 既存の知識の蓄積の高い右上と、低い左下の群がある
- 右上の群では、近年の中国人移民の増加を背景に本格的な材料の入手が容易になった「本格麻婆」レシピのゆらぎを呼び込む余地が大きく、持続的な発展がある
- 左下の群では、時短レシピの流行を背景に「ブリコラージュ的麻婆」レシピにゆらぎを呼び込む余地があり、持続的に発展している

背景

仮問
説い

方
法

結
果

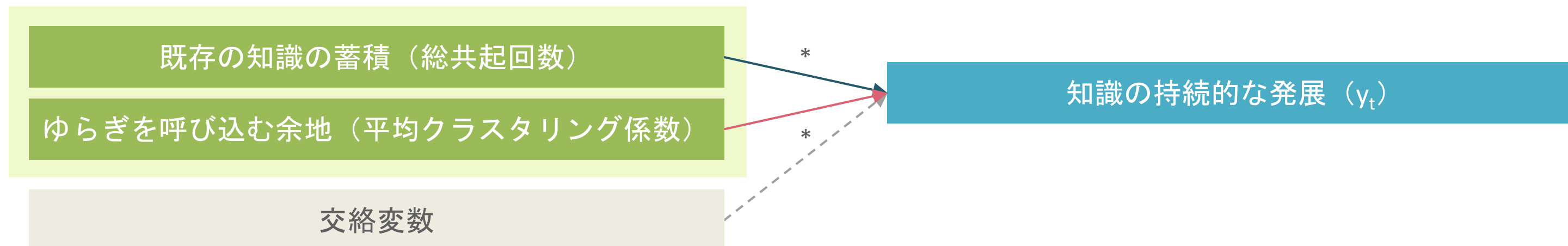
考
察

各年の統計モデルの係数の比較

| | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
|----------------------------|--------|--------|--------|--------|
| 切片 | 0.24* | 0.23* | 0.00 | -0.16* |
| 総共起回数 | 2.00* | 0.60* | 1.13* | 0.63* |
| 平均クラスタリング係数 | -2.67* | -1.35* | -2.02* | -1.74* |
| 材料 w_i の重要性 $P(w_i z_k)$ | 0.01 | 0.13 | 0.07 | 0.25* |
| t年のレシピ数 | 0.16 | -0.08 | 0.18 | -0.10 |
| t年のレシピ増加率 | -0.50 | 0.10 | -0.02 | 0.23* |
| 材料 w_i の出現回数 | -0.10 | -0.28* | -0.31* | -0.33* |
| 対数尤度 | -437 | -458 | -442 | -435 |

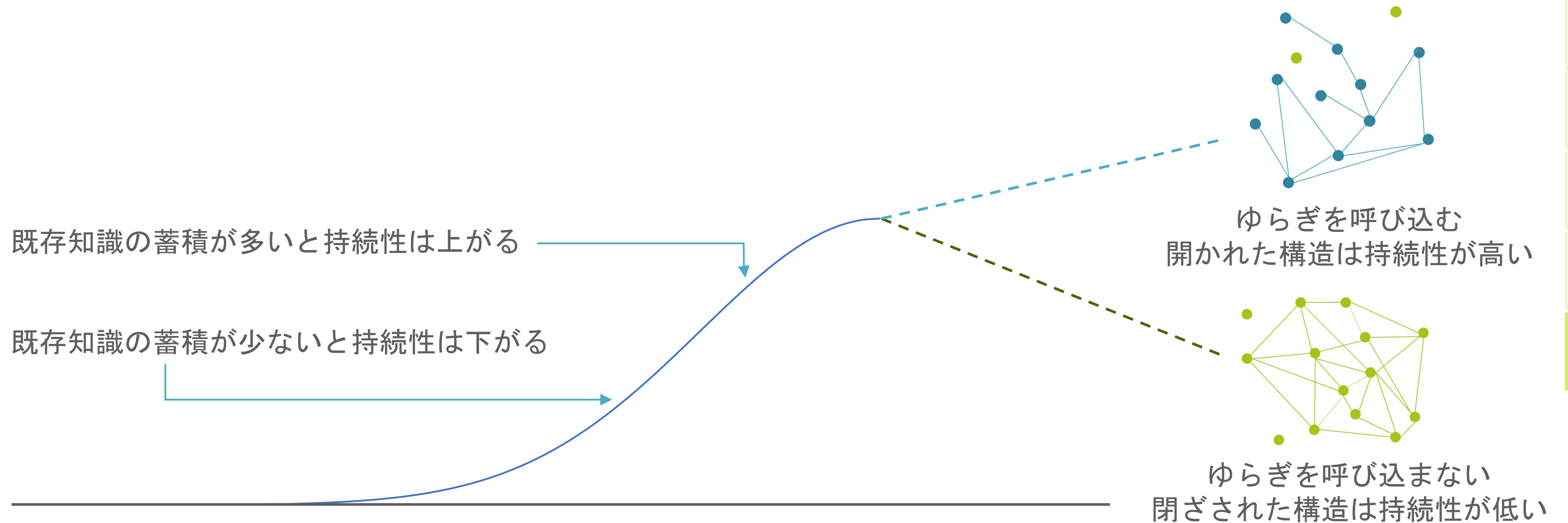
* $p < 0.05$

知識の持続的な発展に対し、全ての年で総共起回数は正の影響、平均クラスタリング係数は負の影響があった



考察と結論

普及理論とゆらぎの議論への本研究の貢献



- ピークを迎えるのが遅かった知識ほど持続的に発展しやすい
- ゆらぎを呼び込む開かれた構造である方が持続的に発展しやすい
- 「熱狂のあと」の予測モデルを構築する道が拓かれたことは実務的にも大きな貢献

知識のライフサイクルモデルへの本研究の貢献



- 既存知識の蓄積と構造の開放性によって4つに類型化することができる。
- ゆらぎを呼び込む開放的な構造が創意を惹起して発展すると考えられる。
- 本格的創意とブリコラージュ的創意を想定すると、Case1とCase2の峻別が可能になるのではないか。

背景

仮問
説い

方法

結果

考察

結論と今後の展望

- 既存知識の蓄積とゆらぎを呼び込む余地が持続的な発展をもたらす
- 普及曲線のメカニズムを解明するための示唆が導けた
- 概念のライフサイクルモデルの精緻化への一歩が踏み出せた
- Case1～Case3（整然、無視、衰退）の原因を明らかにすることが今後の課題である

参考文献

- Blei, D. M., Ng, A. Y., & Jordan, M. I. (2003). Latent dirichlet allocation. *the Journal of machine Learning research*, 3, 993-1022.
- Blei, D. M., & Lafferty, J. D. (2006, June). Dynamic topic models. In *Proceedings of the 23rd international conference on Machine learning*, (pp. 113-120).
- Burt, R. S. (2004). Structural holes and good ideas. *American journal of sociology*, 110(2), 349-399.
- Hirsch, P. M., & Levin, D. Z. 1999. Umbrella advocates versus validity police: A life-cycle model. *Organization Science*, 102, 199-212.
- Jafari, M. & Rezaeenour, J. Evolution of Organizational Knowledge Creation Theory: A brief review. In *Business Transformation through Innovation and Knowledge Management: An Academic Perspective*, 2889.
- Löwy, I. (1992). The strength of loose concepts—Boundary concepts, federative experimental strategies and disciplinary growth: The case of immunology. *History of science*, 304, 371-396.
- Martinelli, A., & Nomaler, Ö. (2014). Measuring knowledge persistence: a genetic approach to patent citation networks. *Journal of Evolutionary Economics*, 24(3), 623-652.
- Nonaka, I., Umemoto, K., & Senoo, D. (1996). From information processing to knowledge creation: a paradigm shift in business management. *Technology in society*, 18(2), 203-218.
- 野中郁次郎・竹内弘高. (2020). 『知識創造企業 (新装版)』 . 東洋経済新報社.
- Ren, Y., Zhou, Y. & Xu, H. (2020). Fashion Life Cycle Forecasting: Popularity of Fashion Elements on Social Media. In *Forty-First International Conference on Information Systems, India 2020*.
- Rogers, E. M. (2010). *Diffusion of innovations*. Simon and Schuster.
- Star, S. L., & Griesemer, J. R. (1989). Institutional Ecology, 'Translations' and Boundary Objects: Amateurs and professionals in Berkeley's Museum of Vertebrate Zoology, 1907-39. *Social Studies of Science*, 193, 387-420.
- Star, S. L. 2010. This is Not a Boundary Object: Reflections on the Origin of a Concept. *Science, Technology, & Human Values*, 355, 601-617.
- 寺島健一. (2012). 「組織における「ゆらぎ」の考察—「ゆらぎを通じた秩序形成」プロセスの研究に向けて—」 『経営学研究論集』 , 37, 87-97.
- Watts, D. J. & Strogatz, S. (June 1998). Collective dynamics of 'small-world' networks. *Nature*, 393 (6684) 440–442.