

産官学連携における参加者の興味についての対応分析

A Correspondence Analysis of Participants' Concerns in an Industry-Governments-Academia Collaboration

大杉 直樹[†] 大平 雅雄[†] 松村 知子[†] 森崎 修司[†] 玉田 春昭[†] 松本 健一[†]
 Naoki Ohsugi[†] Masao Ohira[†] Tomoko Matsumura[†] Shuuji Morisaki[†] Haruaki Tamada[†] Ken-ichi Matsumoto[†]

1. はじめに

近年、政府や地方自治体主導の研究プロジェクトにおいて、企業と大学が協力して課題達成を目指す、いわゆる産官学連携研究が数多く行われている。文部科学省の報告によると、平成5年度に1,392件だった企業と国立大学の共同研究は、平成15年度には8,023件となり、10年間で約6倍に増えた。大学の教員や学生が企業を起こして研究を進めるケースも多く、平成12年以降、毎年100社以上の企業が設立され、平成16年8月現在、その数は916社（うち約10社は上場企業）に及んでいる [3]。

しかし、産官学連携を成功させることは容易ではない。独立行政法人 科学技術振興機構 地域振興事業評価委員会の報告によると、北海道、愛知県、大阪府、広島県、福岡県で平成15年度に行われた地域研究開発促進拠点支援の取り組みにおいて、研究段階の技術の実用化を目指す産官学連携プロジェクト244件中、実用化に至ったのは25件（約10%）、商品化に至ったのは40件（約16%）、起業に繋がったのは15件（約6%）であった。何れにも至らない事例を失敗と即断することはできないが、失敗事例が少なからずあることが窺える [5]。

産官学連携を成功させるためには、産官学の参加者が、共に強い興味を持っている課題を模索する必要がある。産業界側（産）の参加者は企業ニーズと繋がる課題に興味が高く、政府や地方自治体側（官）の参加者の興味は社会的必要性を反映する。また、大学側（学）の参加者は各自の研究内容と近い課題に興味を示すだろう。参加者の興味と共に強い課題については、ニーズとシーズがマッチし、連携が成功しやすいと考えられる。

本稿では、産官学連携の参加者が共に強い興味を持っている課題を対応分析（correspondence analysis）で探索した事例を紹介する。対応分析は、J. P. Benzécri が提案した分析方法である。アンケート集計結果に対応分析を適用することで、アンケート回答者間の類似関係、質問項目間の類似関係、回答者と質問項目の間の関係の強さを視覚的に表現できる [2]。産官学連携研究の参加者の興味をアンケートで調査し、その集計結果に対応分析を適用することで、参加者の興味と共に強い課題を発見できると考えられる。

以降、2章で関連研究を紹介し、3章で用いたデータと対応分析の手順を説明する。4章で分析結果を示し、5章で考察を述べる。6章でまとめと今後の課題を述べる。

2. 関連研究

アンケート集計結果に対応分析を適用した事例は数多く報告されている。Yamanishi と Li は自動車のブランドイメージに関して自由記述のアンケートを実施し、回答

表 1. アンケート回答者の内訳

産官学の別	内訳	人数
産	ソフトウェア開発技術者	24
官	情報産業支援を目的とする独立行政法人の職員	2
学	ソフトウェア工学の研究者	11
	情報科学を専攻する大学院生	25
計		62

表 2. 調査対象技術の内訳

技術の分類	技術の例	種類数
API (大規模ライブラリ)	Windows API, KDE	6
Web 関連技術	XML, Web サービス	8
アジャイル技法	XP, スクラム	7
設計技術	UML, 構造化設計	4
プログラム言語	Java, C/C++	10
プロジェクト管理技法	PMBOK, CMMI	9
見積もり関連技術	ファンクションポイント法, COCOMO	7
計		51

者の意見に類出するキーワードと車種の間を対応分析で視覚化した [6]。Beecham らは、ソフトウェア開発の生産性・品質改善活動に関してインタビューを実施し、インタビュー回答者の役職と各自が抱える課題の関係を対応分析で明らかにした [4]。他にも事例は数多くあるが、産官学連携研究の参加者と各自の興味の間を分析した事例は報告されていない。

3. 分析方法

3.1. アンケート調査

分析対象のデータを収集するため、産官学連携研究の参加者62名に対し、51種類の各ソフトウェア開発技術について、興味の高さをアンケート形式で調査した（内訳は表1と表2を参照）。アンケートは、文部科学省主導の下、企業と大学が協力して研究を進めている EASE プロジェクト [1] の研究会会場で実施した。参加者全員が共通してソフトウェア開発の専門知識を備えていたため、ソフトウェア開発技術を調査の対象とした。

アンケートでは、各人に各技術について、知っているか否かを回答してもらい、知っている技術については、興味の高さを「1：興味がない」～「4：大変興味がある」の4段階で評価してもらった。アンケート収集後、表3に示すように回答者の別（産官学のいずれか）毎に「3：興味がある」以上の評価がなされた回数を数えて集計結果とし、対応分析の入力とした。

[†] 奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

表 3. アンケート集計結果

	API	Web	アジャイル	設計	プログラム言語	プロジェクト管理	見積もり	計
産	20	78	33	51	63	106	67	418
官	2	7	4	8	5	15	13	54
学 (研究者)	20	31	9	26	40	31	28	185
学 (学生)	40	70	14	60	87	31	37	339
計	82	186	60	145	195	183	145	996

表 4. 対応分析の入力となるクロス集計表

	c_1	c_2	...	c_j	...	c_n	計
r_1	$f_{1,1}$	$f_{1,2}$	...	$f_{1,j}$	...	$f_{1,n}$	$f_{1,+}$
r_2	$f_{2,1}$	$f_{2,2}$	...	$f_{2,j}$	...	$f_{2,n}$	$f_{2,+}$
...
r_i	$f_{i,1}$	$f_{i,2}$	...	$f_{i,j}$	...	$f_{i,n}$	$f_{i,+}$
...
r_m	$f_{m,1}$	$f_{m,2}$	...	$f_{m,j}$	...	$f_{m,n}$	$f_{m,+}$
計	$f_{+,1}$	$f_{+,2}$	...	$f_{+,j}$	...	$f_{+,n}$	$f_{+,+}$

3.2. 対応分析の手順

対応分析は、表 4 に示すようなクロス集計表を対象とし、値の傾向が似た行同士、列同士が近くなるよう、そして、行と列の座標が双対になるような k 次元の座標を算出する方法である。具体的には、次の手順で行と列に対応する各座標を計算する。

まず、表中の各セルの期待値を計算する。表の各行を $r_i = \{r_1, r_2, \dots, r_m\}$ 、各列を $c_j = \{c_1, c_2, \dots, c_n\}$ 、各セルの値を $f_{i,j} = \{f_{1,1}, f_{1,2}, \dots, f_{i,j}, \dots, f_{m,n}\}$ と表し、行 r_i の値の合計を $f_{i,+}$ 、列 c_j の値の合計を $f_{+,j}$ 、全ての値の合計を $f_{+,+}$ と表すと、各セルの期待値 $p_{i,j} = f_{i,j} / f_{+,+}$ と計算できる。

次に、各セルに対応する次式の値 $e_{i,j}$ を要素とする行列 E を考え、これを特異値分解する。

$$e_{i,j} = \frac{p_{i,j} - p_{i,+}p_{+,j}}{\sqrt{p_{i,+}p_{+,j}}} \quad (1)$$

ただし、 $p_{i,+}$ は行 r_i の期待値の合計、 $p_{+,j}$ は列 c_j の期待値の合計である。行列 E を特異値分解し、 $E = U\Delta V^T$ となる 3 つの行列を得る。ただし、 Δ は特異値 δ_k を降順に並べた対角行列であり、 U と V は各々 EE^T と E^TE の固有ベクトルからなる行列である。また、 V^T と E^T はそれぞれ行列 V と行列 E の転置行列を表す。

次に、 k 次元上の列 c_j に対応する座標 $x_{j,k}$ を式(2)で求め、行 r_i に対応する座標 $y_{i,k}$ を式(3)で求める。

$$x_{j,k} = \delta_k v_{j,k} / \sqrt{p_{+,j}} \quad (2)$$

$$y_{i,k} = \frac{1}{\delta_k} \sum_{j=1}^n \left(\frac{p_{i,j}}{p_{i,+}} x_{j,k} \right) \quad (3)$$

このようにして求めた各行や各列に対応する座標間の距離は、各行や各列の間のカイ 2 乗距離の近似値となる。即ち、行 r_i と行 r_a に対応する座標間の距離は、式(4)で求められる距離 $d_{i,a}$ の近似値、列 c_j と列 c_b に対応する座標間の距離は、式(5)で求められる距離 $d_{j,b}$ の近似値となる。

$$d_{i,a}^2 = \sum_{j=1}^n \frac{1}{p_{+,j}} \left(\frac{p_{i,j}}{p_{i,+}} - \frac{p_{a,j}}{p_{a,+}} \right)^2 \quad (4)$$

$$d_{j,b}^2 = \sum_{i=1}^m \frac{1}{p_{i,+}} \left(\frac{p_{i,j}}{p_{+,j}} - \frac{p_{i,b}}{p_{+,b}} \right)^2 \quad (5)$$

最後に、特異値 δ_k が大きい順に、即ち k が小さい順に 2 つずつ (あるいは 3 つずつ) 座標を選び、2 次元平面上 (あるいは 3 次元空間内) にプロットする。2 次元平面上の各軸の縮尺を統一し、プロットした点間の相対的な位置関係から表 4 中の行や列の間の関係を探的に解釈する。さらに、可能であれば図内の各軸に意味的な解釈を与え、視覚的に理解しやすい図として完成させる。

4. 分析結果

アンケート回答者を「産」「官」「学」の別で集計した場合の分析結果を図 1 に、「産」「官」「学 (研究者)」「学 (学生)」の別で集計した場合の分析結果を図 2 に示す。図中、回答者の別を \odot で、調査対象技術の分類を \times で表す。 \odot 同士の距離が近いほど、それら回答者が同様の技術に強い興味を示したことを表す。 \times 同士の距離が近いほど、それら技術に同様の回答者が強い興味を示したことを表す。また、 \odot と \times の距離が近いほど、当該回答者が当該技術に強い興味を示したことを表す。

両図とも横軸として $k=1$ に、縦軸として $k=2$ に対応する座標をプロットした。両図とも特異値 δ_1 と δ_2 は十分に大きく、固有値 δ_k^2 の累積寄与率は図 1 で 99.98%、図 2 で 90.04% であった。図にプロットした \odot や \times の特徴から、横軸を「プロセス技術」であるか「実装技術」であるかを表す座標、縦軸を「共通知識」であるか「ドメイン知識」であるかを表す座標であると解釈した。

\odot 同士の位置関係に着目すると、図 1 では産官学の回答者が互いにある程度離れており、強い興味を示した技術がある程度異なっていたことがわかる。また産と官に比べて学がやや離れており、学が他とは異なる技術に興味を示したことがわかる。ただし、図 2 からわかるように、学の中でも研究者は産や官に似た技術に興味を示し、学生の興味だけが他と大きく異なっていた。

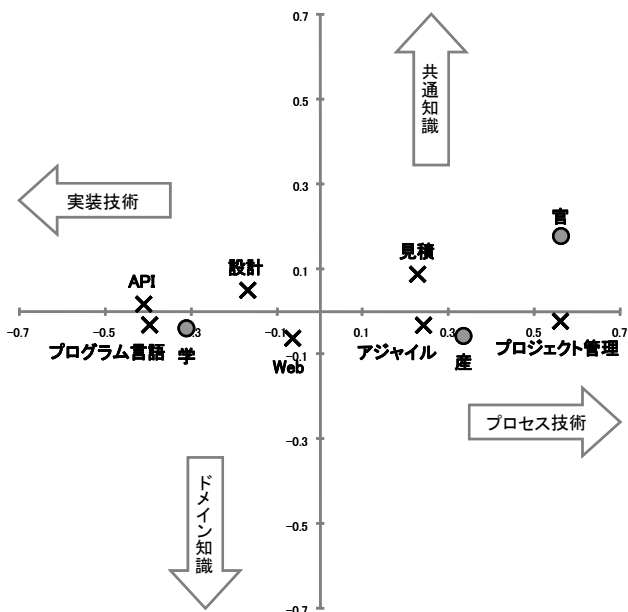


図1. 「産」「官」「学」の別で分類した場合の分析結果

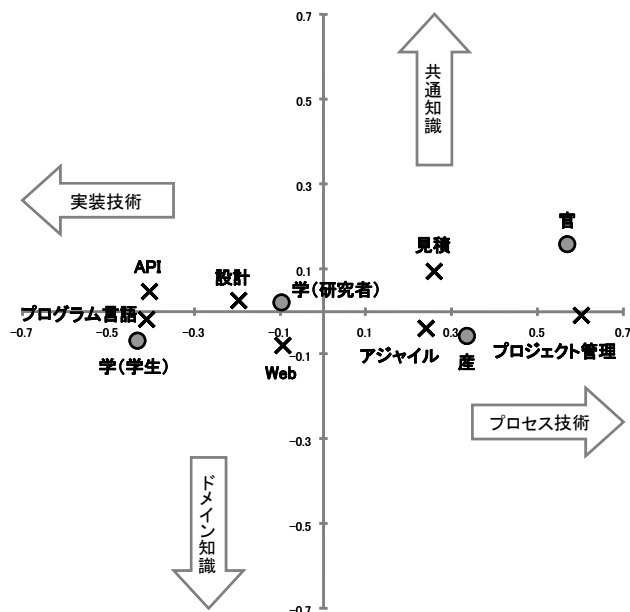


図2. 「産」「官」「学 (研究者)」「学 (学生)」の別で分類した場合の分析結果

×同士の位置関係に着目すると、API とプログラム言語、設計技術と Web 関連技術、見積もり関連技術とアジャイル技法が互いに近く、興味を示した回答者が似ていたことがわかる。一方で、プロジェクト管理技法とプログラム言語など、プロセス技術と実装技術では興味を示した回答者が大きく異なっていたことがわかる。なお、図1と図2で×同士の位置関係に大きな違いはなかった。

●と×の位置関係に着目して図1を見ると、産や官がプロセス技術に強い興味を示したのに対し、学は実装技術に強い興味を示したことがわかる。ただし、図2からわかるように、学の中でも研究者はプロセス技術に、学生は実装技術に対する興味より強かった。

図1によると、産・官・学の興味の強さが近いものとしては、見積もり関連技術、アジャイル技法、設計技術、Web 関連技術が挙げられる。図2によると、中でも見積もり関連技術は、産・官・学 (研究者) が同程度に強い興味を示したことがわかる。同様に、Web 関連技術は産・学 (研究者) ・学 (学生) が、プロジェクト管理技法は産・官が、アジャイル技法は産・学 (研究者) が同程度に強い興味を示したことがわかる。

5. 考察

図1から、アンケート調査を行った産官学連携研究において産・官・学が連携しやすい課題は、見積もり関連技術、アジャイル技法、設計技術、Web 関連技術であると考えられる。これら技術に関する研究課題については、産・官・学が同程度に強い興味を示し、ニーズとシーズがマッチする可能性が高いと考えられる。図2から、中でも見積もり関連の研究課題については、産・官・学 (研究者) が共に強い興味を示しており、連携が最も成功しやすいと考えられる。また、アジャイル技法、Web 関連技術、プロジェクト管理技法については、産官学いずれかが他方に歩み寄り、シーズやニーズを汲み取ることで、連携を成功させやすくなると考えられる。

6. おわりに

本稿では、産官学連携研究が成功しやすい課題を見つけるため、産官学の参加者が共に強い興味を持つ課題を対応分析で探索した事例を紹介した。分析結果から、連携が成功しやすい課題を発見できただけでなく、産官学いずれかが他方に歩み寄る必要がある課題も発見できた。

本稿の有用性は、対応分析により連携が成功しやすい課題を発見できることを示したこと、および、その具体的手順を説明したことである。一方で、ひとつの産官学連携研究プロジェクトだけを対象としたこと、アンケート回答者の数にばらつきがあることなどから、その結果を一般化することは適切でないかもしれない。データ収集の形式や方法についても熟考する必要がある。これら課題の解決を目標とし、今後の研究を進めたい。

謝辞

本研究の一部は、文部科学省「eSociety 基盤ソフトウェアの総合開発」の委託に基づいて行われた。

参考文献

- [1] “EASE プロジェクト”; <http://www.empirical.jp/>
- [2] Greenacre, M. J. “Correspondence Analysis in Practice,” Academic Press., Mar., 1993.
- [3] 文部科学省研究振興局研究環境・産業連携課, “知的財産戦略の強化・産官学連携の推進,”平成 17 年度予算案の概要, Jan., 2005.
- [4] Beecham, S., Hall, T., and Rainer, A., “Software Process Improvement Problems in Twelve Software Companies: An Empirical Analysis,” *Empirical Software Engineering*, Vol.8, No.1, pp.7-42, Mar., 2003.
- [5] 科学技術振興機構 地域振興事業評価委員会, “地域研究開発促進拠点支援 (RSP) 事業 (研究成果育成型) 平成 15 年度終了地域事後評価報告書,” Oct., 2004.
- [6] Yamanishi, K., and Li, H., “Mining Open Answers in Questionnaire Data,” *IEEE Intelligent Systems*, Vol.17, No.5, pp.58-63, Sep./Oct., 2002.