

土木計画学の研究トピックスの変遷

塚井 誠人¹・原 祐輔²・山口 敬太³・大西 正光⁴

¹正会員 広島大学准教授 工学研究科社会環境空間部門 (〒739-8527 広島県東広島市鏡山1-4-1)
E-mail: mtukai@hiroshima-u.ac.jp

²正会員 東京大学助教 工学系研究科 社会基盤工学専攻 (〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1)
E-mail: hara@bin.t.u-tokyo.ac.jp

³正会員 京都大学助教 工学研究科 社会基盤工学専攻 (〒615-8540 京都市西京区京都大学桂)
E-mail: yamaguchi.keita.8m@kyoto-u.ac.jp

³正会員 京都大学准教授 防災研究所 (〒611-0011 京都府宇治市五ヶ庄)
E-mail: onishi.masamitsu.7e@kyoto-u.ac.jp.

土木計画学研究委員会は、2016年に50周年を迎えた。この節目に当たり、委員会としてこれまでの歩みの検証と、今後の展望が議論された。土木計画学幹事会における議論を経て、実務と実践の接続を図るというテーマ設定の下で、委員会内に担当幹事がおかれた。幹事団のミッションは、2016年の春大会からはじめる全4回のイベントを通じて、今後の土木計画学の発展方向について、議論を深めることであった。本稿は、長崎大学で開催された秋大会で報告した土木計画学の研究トピックスの変遷に関する分析結果を中心に、今後の研究展望について、一連の企画にかかわった者の私見をまとめる。

Key Words : 50th anniversary, topic model, state of the art

1. はじめに

土木計画学（研究委員会）は、1966年の設立以来、50周年の歴史を持つ。土木計画学は、行政が関わる国土・都市・地域・交通などの実務との関係が深い学問分野である。近年では、産官学が一体となって研究テーマの発掘や分析手法の開発が進められる傾向が強くなり、2002年以降は1年に2回の研究発表大会を開催するまでの活況を呈している。50周年までの土木計画学は、多くの先達の努力により、実社会とインフラのかかわりの中で展開される諸活動の計画や実施に関する課題や問題の解決を図る工学的アプローチの開発が行われてきた。

土木計画学の裾野が大きく広がりつつあることは、ひとえにこの分野の研究者や実務者が、実社会が要求する課題の解決に真摯に取り組みながら、関連分野の手法や考え方を貪欲に取り入れながら発展してきた成果であると思われる。その一方で、土木計画学内の各分野の細分化によって起こる研究者や実務者間のコミュニケーション不足や、学会運営負担などのスケールデメリット、さらに多岐にわたる実践分野を横断する土木計画学固有の学問体系の構築に關する疑問など、研究者・実務者集団としての土木計画学に關して、様々な批判や自省の声湧き起こってきた。

一連の50周年行事では、土木計画学委員会内に担当幹事が設けられ、筆者ら3名に加えて円山琢也先生（熊本大学）が任じられた。しかし、同年4月の熊本地震の発生により円山先生の参画が困難となったため、円滑な進行を危惧した委員会執行部からの依頼で、大西正光先生（京都大学）を加えた5名体制で行事企画に当たった。

50周年行事は、2014年の東北工業大学で行われたキックオフ行事を引き継ぐ形で準備が進められ、2016年に春大会、土木学会全国大会、50周年記念シンポジウム、ならびに秋大会において、4回のイベントが実施された。これらのイベントの詳細については、土木計画学ホームページにアーカイブが整備されている。当日行われた議論の詳細については、そちらを参照いただきたい。

本稿は、その中でも長崎大学で開催された秋大会で報告した土木計画学の研究トピックスの変遷について行った分析を中心に、今後の研究展望について一連の企画にかかわった者の私見をまとめる予定である。なお、本稿の記述内容は、執筆時点で著者間の連絡が不十分のため、分析を担当した塚井の観点によるところが大きい。発表時まで、相互の理解や見解を深めたい。また言うまでもなく、これらは土木計画学研究委員会全体としての見解ではないことに留意されたい。

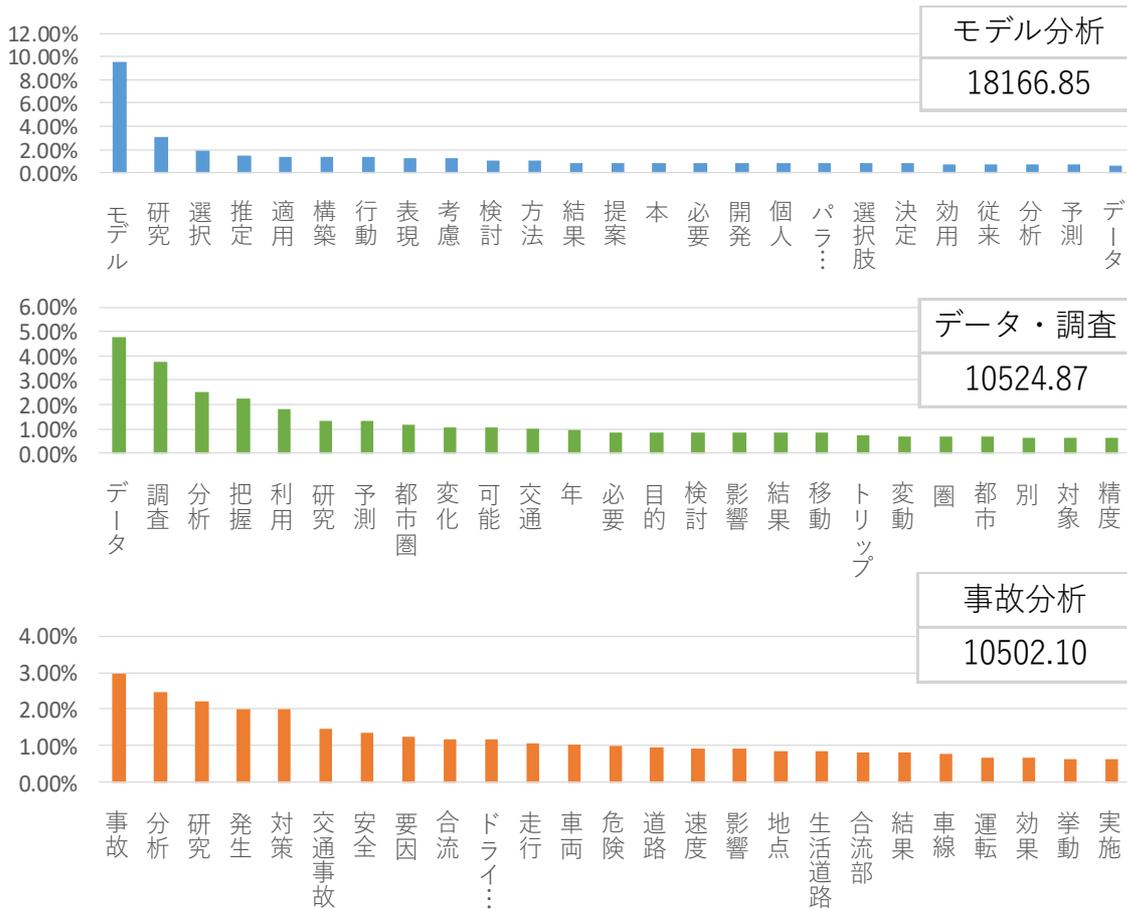


図1 トピック別構成語彙

2. 分析手法

近年目覚ましい進歩を遂げている機械学習の分野において、テキストが示すトピックスを、辞書などの外部情報に頼ることなく抽出できる「トピックモデル」の開発が進められてきた。同手法は、*Transportation Research*においても掲載論文の研究トピックスの抽出に用いられるなど、各学問分野を振り返るツールとして用いられている。

トピックモデルはテキスト解析手法の一種であり、文書のテーマや内容をトピックとして把握する方法である。トピックモデルは、トピックがその内容を構成する語の集合で表現されること、それぞれの語は複数のトピックの構成要素となること、さらに文書は複数のトピックスを有するといった、テキストデータの特徴を踏まえた定式化が行われている。またトピックモデルでは、階層ベイズモデルの枠組みを活用することによって、効果的にパラメータ数が削減されている。トピックモデルの詳細については、テキストや既往研究に譲る。

トピックモデルの入力データは、*Bag of words*と呼ばれるデータセットである。以下、語の種類を語彙と呼ぶ。*Bag of words*は、文書をサンプルとする語彙の出現頻度の

カウントデータである。トピックモデルの出力情報は、トピックを構成する語彙のカウント情報と、それぞれの文書内を含む各トピック語数のカウント情報である。前者の情報から、各トピックの構成語彙を降順に並べることによって、トピックを代表する語彙がわかる。トピックの名称は、代表語彙に基づいて分析者が名づける。また語彙別の語数カウントを各トピックスで合計すると、トピックスの大きさが得られる。

これらのカウント情報から得られる、正值を要素とする、トピック別語彙ベクトルは、トピック類似度の指標として有用である。具体的には、2ベクトルの成す角度をコサイン類似度として算出することにより、定量化できる。さらに、類似度をトピック間の距離の関数とみ成せば、トピック間の近接性を図化できる。本論文では、多次元尺度構成法を用いてトピックを2次元空間上にマッピングした。さらに、語数カウントによって得られるトピックスの大きさを、マッピングしたトピックのバールの面積に比例させることによって、トピックスの大きさも視覚化した。なお多次元尺度構成法の性質上、マッピングに用いる軸に特定の意味はなく、トピック間の相対的な位置関係にのみ意味がある。これは、地理情報における緯度経度座標と同様の性質である。

表1 年代別トピック順位

rank	トピック	Total*	トピック	1984-9*	トピック	2002-3*	トピック	2014-5*
1	モデル分析	18166.85	モデル分析	9785.14	意識・行動分析	5157.65	高齢者研究	7211.67
2	データ・調査	10524.87	交通量配分	6569.94	モデル分析	4999.72	事故分析	7108.53
3	事故分析	10502.10	その他	5136.00	歩行者情報	4347.59	評価手法	5695.84
4	一般均衡配分	10012.35	景観・河川環境	5001.70	公共保険・契約	3933.12	データ・調査	5280.91
5	評価手法	9901.10	一般均衡配分	4808.01	バスサービス	3924.82	災害研究	5049.33
6	高齢者研究	9102.87	除雪／容積率	4800.50	データ・調査	3023.14	都市経済モデル	4917.27
7	歩行者情報	8738.88	駐車問題	4574.85	経済評価	2781.95	旅行時間信頼性	4542.78
8	経済評価	8514.93	経済評価	4492.84	事故分析	2704.81	交差点設計	4400.35
9	旅行時間信頼性	8288.38	地価分析	3399.99	市民参加	2608.68	歩行者情報	3906.55
10	バスサービス	8257.97	立地分析	3155.57	合意形成	2606.87	維持管理	3906.22

*数値は語数を表す。

3. 分析結果

分析に用いたデータは以下のとおりである。まずJ-stageにて公開されている土木計画学論文集1984年～2015年の全タイトルから、「はじめに／序論」と「終わりに／結論」のテキスト情報を収集した。なお方法や考察部分を除外したのは、多くの数式や図表を含む研究方法や考察のデータ処理が困難であったこと、ならびに研究に当たっての問題意識や成果を明らかにする上で、これらの部分を把握することが重要と考えたためである。

以下の分析では、解析の都合上、分析時点を1984-9年、2002-3年、ならびに2014-5年の3時点に限定した。形態素解析を行った。分析対象は名詞に限定し、低頻度語を除いた。低頻度後の基準を、各年次の全文書を合計した累積語数の90%にあたる語数としたところ、1984-9年では5回、2002-3年では7回、2014-5年では10回以下を、それぞれ除外することとなった。これらの結果、文書数、語彙数、語数は、以下のとおりとなった。

1984-9年の200文書、2,525語彙、86,086語

2002-3年の226文書、2,422語彙、77,321語

2014-5年の236文書、2,720語彙、107,298語

以上を合計した662タイトル、4,375語彙（ユニーク語）、270,705語について、トピックモデルを適用した。

トピックモデルの推定で設定が必要なトピック数は、既往研究に倣って、モデルの尤度を基準として、最大値を与えるトピック数を探索したところ、42トピックを抽出した。モデルの尤度比は、0.256（ $\rho = 1 - (1.697, 497 / 2,269, 421)$ ）であった。図1にトピック別構成語彙を示す。

同図の右上の数値は、トピックの大きさに相当するトピック語数である。これら3時点で最大のトピックは、約1.8万語を占めるモデル分析であった。これは、総語数約27万語に対して、約6.7%を占める。2番目はデータ・調査であり、約3.9%を占める。3番目は、データ・調査とは僅差の事故分析であり、同様に約3.9%を占める。

次に文書（ここでは論文）の執筆年次を手がかりとして、年次別のトピックの消長を表1にまとめた。同表内の数値は、年次別のトピック順位を示す。

1984-9年のトピックは、モデル分析、交通量配分、（その他）、景観・河川環境、一般均衡配分の順であったが、2002-3年のトピック順位は、意識・行動分析、モデル分析、歩行者情報、公共保険・契約、バスサービスの順となり、前時点とは大きく異なっている。さらに2014-5年のトピックは、高齢者研究、事故分析、評価手法、データ・調査、災害研究の順となっていて、これも前時点とは大きく異なっている。

以上より、各時代ごとにトピックが大きく入れ替わっていることがわかる。全体の順位と比較して、3時点ともtop10に含まれているトピックは存在しない。

図2に、トピック間の類似性を、多次元尺度構成法によって平面上に図化した結果をまとめる。全体で最大の割合を占めているモデル分析は、トピックシェアが下降気味である。同様にシェアが下降気味のトピックとして、意識・行動分析、交通量配分、除雪／容積率、景観・河川環境、都市景観、駐車問題、地価分析などがある。一方で、近年シェアが上昇しつつあるトピックは、高齢者

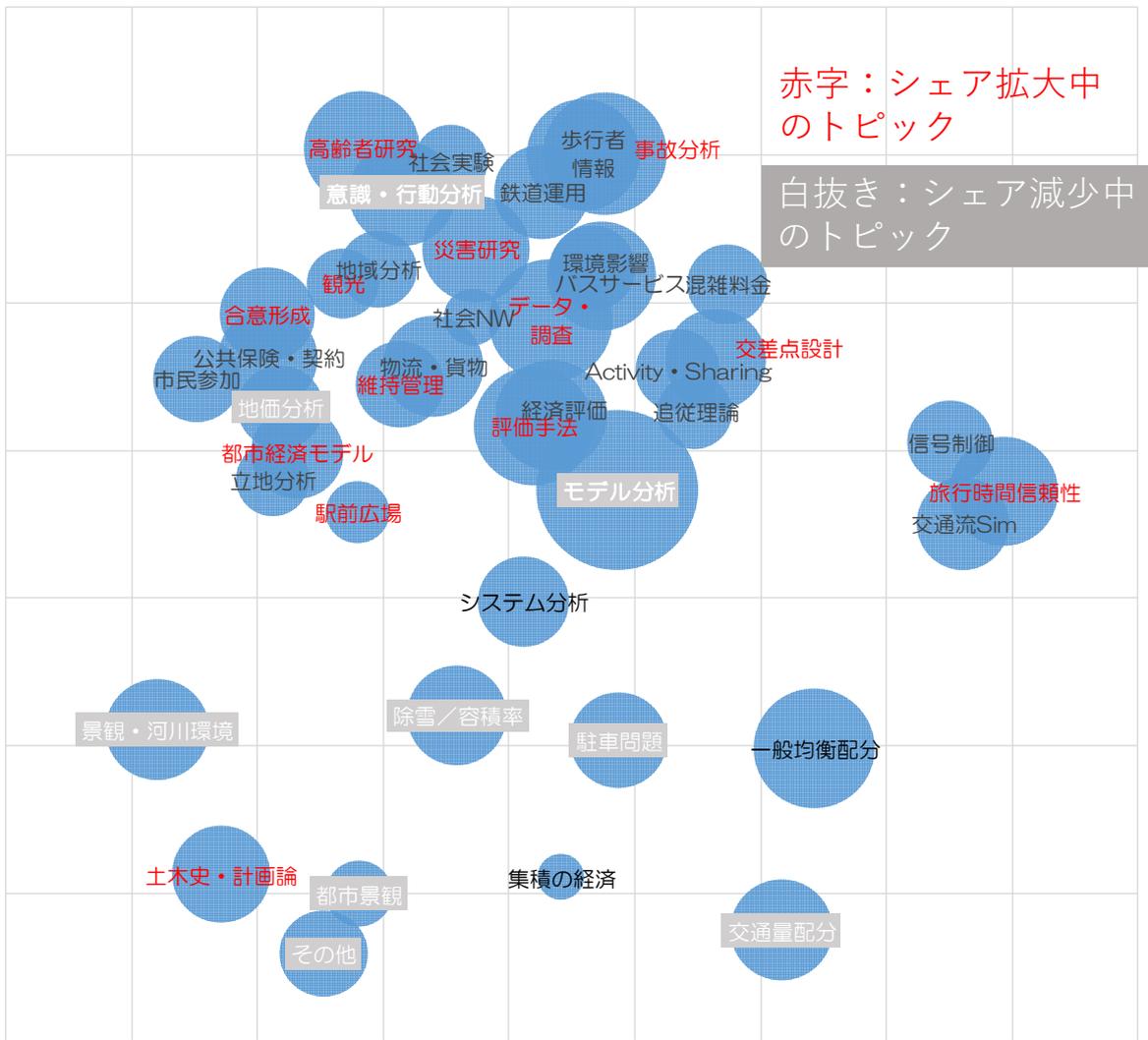


図2 トピック類似度と時点間推移

研究、事故分析、評価手法、データ・調査、交差点設計、旅行時間信頼性、合意形成、維持管理、土木史・計画論、都市経済モデル、駅前広場、観光などが見られる。

図中のトピック配置が、上述したトピック構成語彙の類似性を反映していることに留意すると、トピックの消長の特徴がわかる。図中下半分に現れる多くは、1980年代の研究トピックであり、その多くがトピックシェアが低下する傾向にある。またこの時代のトピックは、相互の類似性が低いことが特徴である。一方で、2002-3年のトピックは、事故分析、データ・調査、ならびに歩行者情報を除いて、2014-5年のトピック上位には現れていない。しかし1980年代とは異なり、相互のトピック類似性は、比較的高い。なお、たとえば公共保険・契約など一部のトピックは、その研究手法は図2において周辺に配置されたトピックとはかなり異なると思われる。これは手法部分のテキストを用いず、研究背景と成果の語彙に基づいてトピック抽出となっている影響が考えられる。

図中上側では、モデル分析や意識・行動分析、地価分析といった下降気味のトピックに代わって、その近傍にシェアが上昇するトピックが多く現れている。これらのトピックは、従来の研究トピックスと背景や目的、意義を共有しながらも、テーマとしては異なる分野への拡張が見られる。つまり、新たなテーマ発掘に伴う特徴が現れたものと考えられる。

近年シェアが増加しているトピックの中でも、従来の研究テーマとの近接性が大きく、比較的シェアも大きな災害研究、データ・調査、評価手法、交差点設計、ならびに旅行時間信頼性は、従来の研究蓄積から得られる示唆に基づいて発展していると考えられる。これらのトピックは、土木計画学内の研究者間でコミュニケーションを深めることによって、分野固有の研究スタイルを確立できる可能性がある。ただしこれらのうち、データ・調査ならびに評価手法は、実社会からの広範なニーズに対して、非常に多くのアプローチを含みうることに注意が

必要である。本分析で図中の位置にマッピングされたことに積極的な考察を加えることは、少々危険かもしれない。

一方で事故分析、高齢者研究、合意形成、駅前広場などは、既存の関連分野が存在するものの、他方で既往研究分野がまったく存在しない「外側」に位置している。すなわちこれらのトピックは、研究分野として学際性を持っている可能性がある。データ、手法、政策のいずれの面で土木計画学独自の貢献を成しているかについて、引き続き注視する必要がある。

土木史・計画論は、他のトピックとまったく異なる位置にマッピングされながらも、近年トピックシェアの成長が著しい。こちらの分野に関しては、学際分野として適切な連携をとりながら、分野の発展を目指す視点が必要と思われる。

4. おわりに

本稿では、土木計画学のトピック推移に関する分析結

果をまとめた。ただし、以上の分析で得られたトピック配置は、限られた数の論文に基づいた分析結果のため、やや解釈に難がある結果も得られている。発表会では、分析に用いるデータを拡充したうえで、今後の研究の方向性についてまとめる予定である。

謝辞：50周年行事の企画進行に当たりましては、土木計画学研究小委員会の執行部、ならびに幹事の先生方から多くのご示唆をいただきました。記して謝意を表します。

参考文献

(2017. 7. 31 受付)

RESEARCH TOPIC TRANSITION IN INFRASTRUCTURE PLANNING

Makoto TSUAKI, Yusuke HARA, Keita YAMAGUCHI and Masamitsu OHNISHI