

審査の結果の要旨

氏名 佐々木 一

本論文は、科学技術イノベーション活動のマネジメントに関する戦略的な意思決定を支援する観点から、評価が高まると見込まれる科学技術知識、異なる領域の技術知識の融合、知識を社会に実装する主体の行動の3点について、それらの予測を行うためのモデルを提案したものである。その際、精度等の検証や理論的な説明を試みるとともに、これら3つの手法を統合的に用いた新たなイノベーション・マネジメントのフレームワークの構築を行っている。

第1章においては、専門知識の細分化、サイエンスリンケージの上昇、イノベーションのモデルの変化等、本研究の背景について記述している。また同時に科学技術イノベーション戦略に関する意思決定に必要な将来の予測に関して、デルファイ法等の従来型の専門家に依拠した手法は限界に直面しており、情報工学的な手法を用いた科学・技術・事業の3レイヤーに跨る予測手法の開拓が重要であることを述べている。

第2章においては、本研究で対象とするナノカーボン、太陽光発電、炭素繊維強化プラスチック、傾斜機能材料という4つの知識領域について述べている。将来の予測に関する知見は、知識構造に大きな変化が生じている領域において特に社会的な価値が高いが、対象とする4領域においては、知識コミュニティに動的な遷移が生じていることを定量的に示している。

第3章においては、科学レイヤーを対象として、学術コミュニティにおける評価が数年後に高まると見込まれる個々の論文や知識領域を予測する手法を提案している。具体的には、機械学習の手法と、ネットワーク、クラスタ、中心性、引用関係の4カテゴリに含まれる63種類の特徴量を用いることで、個々の論文の予測に関し高い予測精度を実現している。また、これら予測に用いる情報を論文の出版時点において入手が可能な情報に限定することで、既存の予測手法と比べ、早い段階での予測を可能としている。更に、個々の論文に関する予測結果をもとに、有望な知識領域（クラスタ）を特定する手法を提案している。

第4章においては、技術レイヤーを対象として、過去において出願された特

許における国際特許分類の共起情報に基づき、異なる技術の融合を予測する手法を提案している。具体的には、これをリンク予測の問題と捉え、ランダムフォレストを用い、国際特許分類の共起ネットワークにおける重み付き共通隣接ノード指標、重み付き資源配分指標、重み付き Adamic-Adar 指標を特徴量とした分類モデル及び回帰モデルを構築している。特に、国際特許分類の階層構造情報をモデルに導入した点、粒度の細かい下位の国際特許分類情報を用いることで上位の分類に関する予測精度を高めることに成功した点等は、独自性の高い貢献である。また、専門家の評価から、技術融合に関する有用な知見を抽出できていることが確認された。

第5章においては、先端技術又は複数の技術を融合した知見を社会実装するためには、多くの場合、サプライチェーンの再構築が必要となることから、この新たなサプライチェーン構築を支援することを目的として、以下の推薦手法を提案している。すなわち、モノの流れと組織間のパワーバランス（資源依存パースペクティブ）の2つを組み合わせる潜在的な取引相手を予測し、推薦する手法である。具体的には、これを教師あり学習の2クラス分類問題と捉え、業種間でのモノの流れの発生確率、取引ネットワークにおける各種指標に関する企業間の差異、企業規模の差異の3種類の情報を特徴量としたモデルを提案し、実用的な予測精度を実現している。

第6章においては、前3章で構築した3つの予測手法を統合的に用いた科学技術イノベーションにおける予測活動の枠組みを提案し、この枠組みが特に、科学、技術、事業化の3つのレイヤーを通じたイノベーション戦略を立案する政府や企業の専門家にとって有用であることを示している。

以上のように、本論文は独自性の高い3つの予測手法を提案し、理論的な説明を試みるとともに、実際に知識の構造変化の激しい領域に適応して評価を行うことで、それらが実用的な精度を持つことを示している。特に、将来有望となると見込まれる科学技術知識の予測については、既存の予測手法と比べ、早い段階での予測を可能とするとともに、個々の論文のみならず、領域単位の予測を可能としている。また、これら手法は、用いた特徴量が当該手法のユーザーによる解釈可能性を有し、現場での意思決定の支援に活用可能であるとともに、イノベーション戦略の立案に有用な知見を生み出しているとの意見が専門家から得られた。

以上のことから、本論文はこの分野の研究として独創性、新規性が高いものであることに加え、開発スピードの加速や産学協創等が進展する今日のイノベーション環境においても、技術経営の現場に対して有用な手法や知見を提供するものであると評価することが出来る。更に、一連の手法については、特徴量の特定等により自動化、システム化が可能な条件が整っており、今後、システ

ム化がなされ、技術経営の現場において活用された結果のフィードバックを受けることで、より一層の高度化も期待出来る。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。