

鉄道関連技術英語論文の研究動向に関する調査研究

秋田県立大学 システム科学技術学部 機械工学科 教授 富岡 隆弘

1. はじめに

昨年度実施した調査研究「鉄道関連技術英語論文の国別掲載数の推移に関する調査研究」（以下、前回調査とよぶ）では、機械系および車両系の主要な英文論文誌を対象に2000年から2018年の期間における鉄道関連技術を扱った論文の国別掲載数を定量的に調べた⁽¹⁾。そして、欧州各国が掲載論文数の上位を維持していること、中国からの論文数の増加が顕著であること、日本からの論文数は横ばいかやや減少傾向であり、順位としては低下傾向が明らかであることを示した。

本調査研究では、2000年から2019年の20年間における掲載論文が取り扱う研究のキーワードの分析を行い、鉄道技術関連研究テーマのトレンドについて明らかにすることを旨とする。

2. 調査研究の内容と方法

今回の調査研究では、前回調査で対象とした英文論文誌3誌のうち、鉄道に関して取り扱う範囲が最も広いと考えられる IMechE Part F: Journal of Rail and Rapid Transit (JRRT) について、2000年から2019年の掲載論文のキーワード (KW) に着目して分析を行った。

調査は Elsevier 社の書誌・引用文献データベース Scopus を利用し、以下のような手順で行った。まず、論文タイトル・抄録・KW に、前回調査と同様に「rail」「railway」「railroad」「rolling stock」のいずれかが含まれる論文を抽出した。つぎに、これらの論文を掲載年ごとに2000年から5年ごとの期間に区切り、各期間に含まれる論文の KW を抽出し、期間ごとの特徴や推移などを調べた。抽出した文献と KW の数を表1に示す。年代ごとに文献数が増加しているが、それ以上に KW 数の増加が顕著で、扱う研究が多様化している傾向が認められる。ごく一部の文献のみにしか現れない KW を除外するため、記事欄に示した件数の文献で使われている KW のみを分析対象とした。また、期間ごとに文献数や KW 数が大きく異なるため、分析対象 KW 合計数に対する着目 KW の比 (%) をもとに分析を行った。

表1 抽出された JRRT 論文数と分析対象としたキーワードの数

期間	文献数	分析対象とした キーワード(KW)の合計	記事
2000年-2004年	122	640	3件以上の文献で使われているKWを抽出
2005年-2009年	178	1094	3件以上の文献で使われているKWを抽出
2010年-2014年	264	1266	5件以上の文献で使われているKWを抽出
2015年-2019年	588	3789	9件以上の文献で使われているKWを抽出

3. 調査結果の概要

JRRT は IMechE (イギリス機械学会) の論文誌であるが、土木、軌道関係やサービス、経営に関する内容の論文も掲載していることから、まず構造物、軌道、車両、のように鉄道システムの部位別

にKWを分類し、各グループに含まれるKWが全体に占める割合の推移を調べた結果を図1に示す。ここでは表2のようにKWを分類した。車両関連の研究が多いのは論文誌の性格上当然であるが、軌道やレールに関する研究も期間を通じてかなりの割合を保っていること、地上構造物に関する研究が増加傾向であることがわかる。車輪とレール、車両と軌道の相互作用を扱った研究が2014年までの期間で大幅に増加していることから、車両と軌道を総合的に考慮した研究の必要性が増しているものと推測される。

つぎに、表3の区分でKWをグループ分けして図1と同様に期間ごとの推移を調べた結果を図2に示す。この区分は、WCRR2019における発表論文を紹介した文献⁽²⁾における分類を参考に定めた。この図から貨物輸送、速達性や乗り心地を含む輸送サービスに関するテーマが増加傾向であることがわかる。

表2 鉄道システムの部位別のKW分類

グループ	含まれるキーワードの例
Structure	Bridges, Railroad Tunnels, Railroad Stations
Track	Track, Track Geometry, Track Irregularity, Slab Track, Track Stiffness, Ballast, Axle Loads, Transition Zones
Rail	Rails, Rail Contact, Continuous Welded Rails, Gages, Switches And Crossings
Wheel-Rail/ Vehicle-Track	Wheel-rail Interaction, Wheel-rail Interface, Wheel-rail Contact, Rolling Contact Fatigue, Rolling Noise, Vehicle-track Interaction, Traction
Wheel	Wheels, Wheelsets, Axles, Wheel Flat, Wheel Profile
Bogie	Bogies, Bogie Frames, Steering, Curving Performance, Suspensions, Vehicle Dynamics, Brakes
Vehicle/ Rolling stock	Vehicles, Railroad Rolling Stock, Railroad Cars, Passenger Cars, Locomotives, Rail Motor Cars, Train, Tram-train, Ride Comfort, Train Aerodynamics
Pantograph	Pantographs, Catenary, Electric Current Collection, Overhead Lines

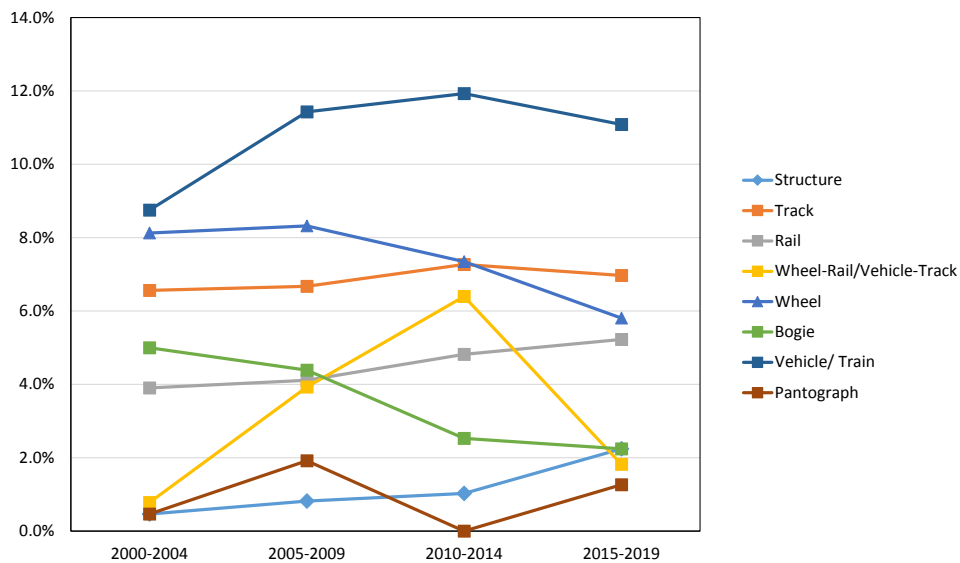


図1 表2の分類によるKWを持つ研究論文の推移

図1、2から、車両に関するものが多いほか、地上構造物との相互作用を考慮した研究が増加傾向であることは推察されるものの、一貫した傾向は特に認められない。これは、表1からわかるように

KW (= 研究内容) が多様化していることも影響していると思われる。その中で比較的わかりやすい変化の傾向が認められた区分として、表4に示すグループに分類した場合の推移を図3に示す。この図から、ダイナミクス・振動に関連のあるKWをもつ研究がほぼ一貫して増加していることがわかるが、その原因として高速鉄道（HST）を扱った研究が増加していることが推察される。2015-2019年の期間におけるHSTに関する研究は、中国からのものが2/3以上を占めていることから、中国からの論文数激増の影響が表れているものと考えられる。また、トライボロジに関するKWの推移は図1、2の境界領域の推移とよく対応しており、境界領域の研究とトライボロジは密接に関係していることがわかる。なお、図3からは数値計算に関連するKWの割合が減少傾向となっているが、これは数値計算を使った研究の割合が減少していることを示しているわけではなく、計算機利用が敢えてKWに挙げるまでもなく一般化していることを示しているものと推察する。

表3 文献⁽²⁾を参考にしたKW分類

グループ	含まれるキーワードの例
Service	Freight Transportation, Public Transport, Service Life, Quality Assurance, Reliability, Ride Comfort, Speed, Railway Network
Economics/ Planning/ Standards	Costs, Cost Effectiveness, Cost Benefit Analysis, Cost Reduction, Public Policy, Standards, Decision Support Systems, Life Cycle, Project Management
Environmental friendly/ Sustainability	Air Pollution, Acoustic Noise, Energy Utilization, Environmental Impact, Energy Conservation, Noise, Rolling Noise, Aerodynamics, Aerodynamic Drag
Safety	Accidents, Accident Prevention, Safety, Safety Factor, Safety Engineering, Collision Avoidance, Crashworthiness, Failure Analysis, Fracture Mechanics, Stress Analysis, Stability, Derailments, Risk Assessment, Driver Training
Vehicle	Vehicle Dynamics, Vehicle Performance, Train Aerodynamics, Axles, Wheels, Bogies, Brakes, Suspensions, Steering, Curving Performance, High-speed Trains, High-speed Railways, Magnetic Levitation Vehicles, Railroad Cars, Passenger Cars, Tram-train, Electric Traction, Locomotives, Freight Cars, Freight Trains, Freight Wagons, Heavy Haul
Infrastructure	Rails, Rail Contact, Continuous Welded Rails, Switches And Crossings, Gages, Track, Track Geometry, Slab Tracks, Track Irregularity, Track Stiffness, Concretes, Soils, Ballast, Bridges, Railroad Stations, Railroad Tunnels, Welded Steel Structures, Railroad Traffic Control, Overhead Lines, Electric Wire, Railroad Signal Systems
System interface/ Boundary region	Vehicle-track Interaction, Wheel-rail Interaction, Wheel/rail Contact, Contact Forces, Rolling Contact Fatigue, Corrugation, Adhesion, Traction, Tribology, Friction, Friction Coefficients, Lubrication, Loading, Dynamic Analysis, Dynamic Loads, Dynamic Response, Dynamic Behaviours, Axle Loads, Loads (forces), Catenary, Pantographs
Maintenance	Maintenance, Maintainability, Inspection, Nondestructive Examination, Condition Monitoring, Cracks, Crack Initiation, Crack Propagation, Fatigue, Fatigue Of Materials, Fatigue Damage, Wear, Wear Of Materials, Defects, Deterioration

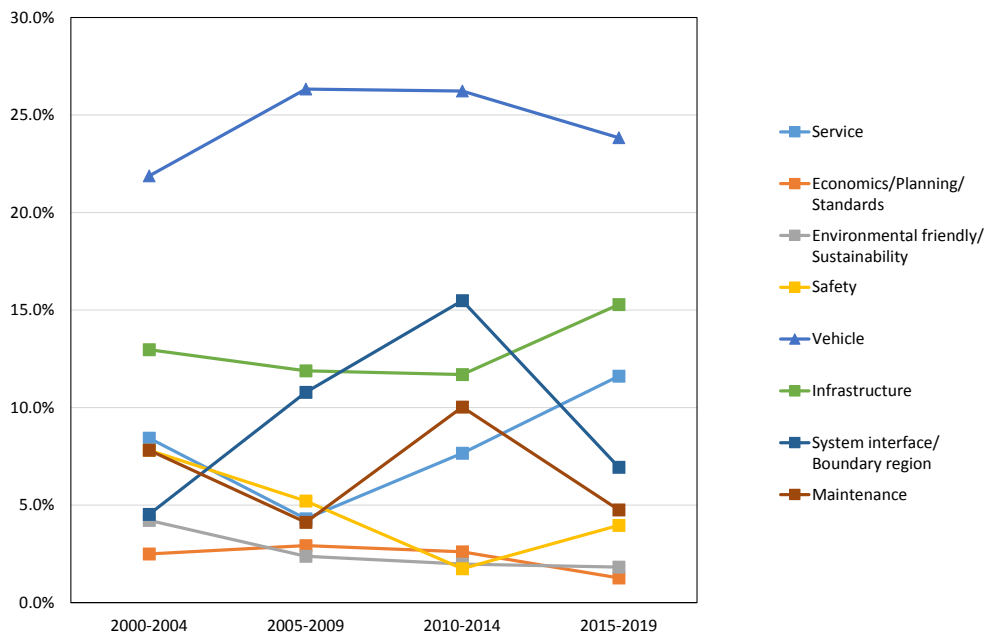


図2 表3の分類によるKWを持つ研究論文の推移

表4 期間ごとの変化に特徴が認められたKW分類

グループ	含まれるキーワードの例
Dynamics	Dynamics, Vehicle Dynamics, Dynamic Analysis, Dynamic Behaviours, Dynamic Characteristics, Dynamic Response, Dynamic Loads, Vibration, Vibration Analysis, Vibration Control, Multibody Dynamics
HST	High Speed Trains, High-speed Railways, High-speed, Magnetic Levitation Vehicles
Tribology	Tribology, Adhesion, Friction, Friction Coefficients, Lubrication, Rolling Contact Fatigue, Wear, Wear Of Materials, Contact Forces, Traction, Wheel-rail Contact, Corrugation
Computational analysis	Numerical Analysis, Numerical Methods, Numerical Simulation, Computer Simulation, Computer Software, Computational Fluid Dynamics, Computer Simulation Languages, Finite Element Analysis, Genetic Algorithms, Multibody Dynamics, Multibody Simulations, Mathematical Models, Modelling, Optimization, Fuzzy Logic, Monte Carlo Methods, Neural Networks

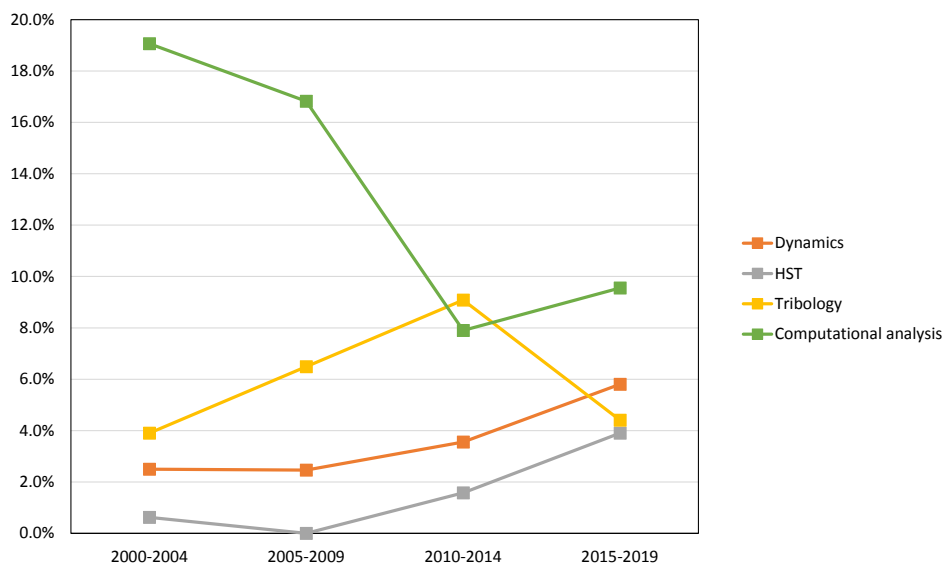


図3 表4の分類によるKWを持つ研究論文の推移

4. おわりに

本調査研究では、JRRT 掲載論文が取り扱う研究のキーワード (KW) の分析を行った。近年の掲載論文数増大に応じて KW が多様化していること、中国からの論文数激増の影響が推察されることが分かった。一方、期間を5年ごとに区切って分析した今回の方法では、明確な研究トレンドというものはわからなかった。また、KW の分類に関しても検討の余地が多いことから、今回の結果はあくまで特定の視点から見た一断面であることの留意が必要である。

なお、前回調査の報告書では、日本の鉄道技術をアピールするツールとして、鉄道総研発行の QR の重要性を指摘した⁽¹⁾。紙面の都合で本概要では割愛するが、QR 掲載論文の引用状況を調査したところ、引用数が近年顕著に増加していることが分かった。海外の研究者から見た QR の重要性が裏付けられたことになり、QR の質・量の向上を含むより積極的な活用が、日本の鉄道技術のアピールと鉄道総研のプレゼンス向上に大きく貢献するものと考ええる。

参考文献

- (1) 富岡隆弘：鉄道関連技術英語論文の国別掲載数の推移に関する調査研究、研友社調査研究報告書、(2019.3)
- (2) 土屋隆司：WCRR2019 における論文発表の概要、RRR、Vol.77、No.3、(2020.3)、pp.12-15