

氏名(本籍)	横山 文人(高知県)
学位の種類	博士(学術)
学位記番号	甲第240号
学位授与年月日	平成25年9月30日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項
研究科・専攻名	工学研究科・基盤工学専攻
学位論文題目	地方の小規模建設企業における自立化と組織間関係の研究 - 高知県地域建設業の事例をもとに - A study on inter-organizational relationships and self-reliance in small local construction companies - Based on cases in the regional construction industry in Kochi Prefecture -

論文審査	(主査) 高知工科大学 教授 末包 厚喜 高知工科大学 教授 富澤 治 芝浦工業大学 教授 平野 真(外) 高知工科大学 教授 村瀬 儀祐 高知工科大学 准教授 中川 善典
------	--

審査結果の要旨

1.論文の評価

横山文人氏の論文は、地方の小規模建設企業が厳しい経営環境に置かれている中、持続的成長のための戦略に関する議論を、主に組織間関係の構築に焦点を当てて研究したものである。

氏の議論は次のように要約できる。

地方の中小企業は大企業と比べ、維持、存続の源泉ともいえるべき経営資源が制約され一般的に乏しい存在である。そのような中、中小企業が自ら独創的ともいえる成長や維持、存続の機会を獲得するためには他組織との経営資源を基軸とした関係づくり、すなわち「組織間関係」の形成が重要である。

論点は次のように整理できよう。

- (1) 地方の小規模建設企業の自立化のための示唆。
 - ①自組織の経営資源の再評価と再布置。
 - ②能動的に自立化を達成するために、地域他組織との経営資源を基軸とした関係づくりの重要性。特に地域建設業においては、企業実績と技術者の相互補強は有効である。
 - ③地方の地域社会では、自社の組織的強みである資源や技術を活用できるのではないかという事前の戦略ビジョンと、将来展開への橋頭堡としての視角。
- (2) 地域建設業の組織間関係のあり方についての示唆。
 - ①資源依存パースペクティブに依拠した可視の経営資源の組み合わせによる組織間関係の形成。
 - ②見えざる資産である不可視の経営資源(信用や信頼関係)のつながりによる組織間関係の生成。
 - ③不可視の経営資源を下敷きにして、可視の経営資源が組み合わせられた結果である。
 - ④組織間の成員に間主観的に新たな意味体系として「地域の同志」というパラダイム(=基本仮定)が構成されるとき、地域的同志の紐帯が生成し組織と組織の関係づくりがなされるが、それは地方の小規模組織同士が社会的構成物としての「一つの意味の組織」を生み出すことと同義である。

⑤つまり、大企業間における資源の有効性やパワー関係、代替可能性などで議論される資源依存パースペクティブだけでは説明しきれない、地方の中小企業における組織間関係の背景や源泉について、その動的過程を意味の組織論である解釈主義的組織シンボリズム論を援用することで明らかにした。

氏の研究は、地方の小規模建設企業のケースを中心に議論を展開したものであるが、経営資源の豊富な大企業における組織間関係とは異なった、新しい組織と組織の関係のあり方を、従来の組織間関係論を補強しつつ、その関係構築のベースに組織シンボリズム論を積極的に活用することで明らかにした点でユニーク且つ説得性の高いものと評価できる。

2.審査の経過と結果

- (1) 平成25年7月10日 博士後期課程委員会で学位論文の受理を決定し、5名がその審査委員として指名された。
- (2) 平成25年8月22日 公開論文審査発表会及び最終試験を実施した。
- (3) 平成25年9月4日 博士後期課程委員会で学位授与を可とし、教育研究審議会で承認された。

氏名(本籍)	佐藤 雄司(高知県)		
学位の種類	博士(学術)		
学位記番号	甲第241号		
学位授与年月日	平成25年9月30日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項		
研究科・専攻名	工学研究科・基盤工学専攻		
学位論文題目	技術志向中小製造業におけるR&Dマネジメント ～ 歯科材料開発を事例として ～ R&D Management issues for small to medium sized technology oriented manufacturing firms -A case of material development for dental application-		
論文審査	(主査)	高知工科大学 教授	富澤 治
		高知工科大学 教授	那須 清吾
		芝浦工業大学 教授	平野 真(外)
		高知工科大学 教授	末包 厚喜
		高知工科大学 准教授	生島 淳

論文内容の要旨

本研究は技術志向中小製造業におけるR&Dマネジメントについて議論したものである。

第1章では、急激な円高や原材料の高騰、海外メーカーの参入等の外部環境変化による影響で低迷している日本経済の現状と、その日本経済において重要な役割を担う中小企業の定義や取り巻く環境を示した。外部環境の変化の衝撃がより大きいとされる中小製造業が技術経営によってその変化に対応し、成長していくための要件のひとつとして製品化までの成功率が高いR&Dがあげられる。しかし、一般的にR&Dのプロセスには多くの障壁があると言われている。中小製造業が企業成長を実現するにはそれらを乗り越えることが必要である。

これらの中小製造業を取り巻く環境や時代背景より、第2章では中小企業の企業成長というキーワードから先行研究調査をおこなった。外的要因として外部環境変化に対応するための経営戦略について、内的要因として企業成長の誘因と阻害要因、R&Dマネジメント、特にR&Dプロセスにおける障害について調査した。

第3章では、先行研究調査から外部環境変化に対応する技術経営の枠組み、不確実性がある中での製品開発、制限された経営資源下でのR&Dマネジメントのあり方をリサーチ課題として導き出した。本研究は山本貴金属地金株式会社の事例研究であり、外部環境変化に対する事業展開と研究開発事例および製品開発戦略を対象とした。

第4章では山本貴金属地金株式会社の事業展開と製品開発の事例について研究をおこなった。山本貴金属地金株式会社は1957年に金の小分け業で創業し、主な事業は貴金属の精錬と加工、歯科用貴金属合金の製造販売である。高知県に生産および研究開発の拠点がある山本貴金属地金株式会社は創業してからさまざまな環境変化に対応して成長してきており、市場のニーズの変化に対応してドメインを再定義することにより、歯科用セラミックス、レジン材料へ製品バリエーションを拡大させた。また、次世代製品として歯科医師向けのコンポジットレジンを後発ながら研究開発している。コンポジットレジシステムはメインの部分と歯との接着を担うインターフェース部分から構成され、既存の企業はこれらの部分を分けて提供している。このインターフェース部は非常に利益率が高く、既存企業はこの部分で

きな利益を得ている。後発でも競争優位性を得るために、本体とインターフェース部分を一体化させた新構造を提案した。

第5章ではその事例の分析と考察をおこない、第6章では結論と今後の課題を示した。

審査結果の要旨

1.論文の評価

本研究は地域における技術志向中小製造業における R&D マネジメントに関するものである。急激な円高や原材料の高騰、海外メーカーの参入等の外部環境変化の衝撃がより大きいとされる中小製造業にとって、競争優位性を確立し、変化に対応し成長していくためには R&D マネジメントの適否が必須要件となる。本論文は山本貴金属地金株式会社を事例として過去 55 年間にわたる企業全体としての事業戦略と企業成長、ならびに個別新製品開発プロセスにおける阻害要因とその克服について詳細な調査を実施したものである。

山本貴金属地金株式会社は金の小分け業で創業し、貴金属の精錬と加工、歯科用貴金属合金の製造販売を主たる事業として経営されてきた。しかし創業以降に生じたさまざまな環境変化、市場ニーズの変化に対応し、事業のドメインを物理的ドメインに固執せず、口腔内の材料というより広い機能的事業ドメインに拡張し、結果として歯科用セラミックス、レジン材料等、製品バリエーションを拡大させた。また、技工所を顧客とするビジネスモデルから顧客を歯科医師に拡張することに繋がる次世代製品としてコンポジットレジンの研究開発を推進している。

事業の変遷を製品と市場の2軸で構成されるアンゾフのマトリクスにマップすると共に事業全体、製品開発をそれぞれカプランの提唱した戦略マップをモディファイした4階層からなるフレームワークで分析を行い、これらの事例から外部環境変化に対応できる R&D マネジメントの方向性として共通の要件を抽出している。具体的には外部環境変化によって生み出される技術の不連続期における R&D 障壁、不確実性へ対応するため①ニッチ市場戦略、②後発事業参入、③外部資源の活用であり、さらにこれらから競争優位性を構築するために製品と技術サービスをセットとする高付加価値化戦略、既存競合他社対策としての破壊的イノベーションのコンセプトの適用、そして外部資源活用に関しては地方ゆえの利便性の有効利用からなる R&D マネジメントの枠組みを提案している。

本論文は歯科材料開発製造事業に関する事例研究であるが得られた成果は地方における中小製造業の持続経営の指針ともなりうる極めて有益かつ独自性の高い論文であり、博士請求論文として十分なものであると思料される。

2.審査の経過と結果

- (1) 平成25年7月10日 博士後期課程委員会で学位論文の受理を決定し、5名がその審査委員として指名された。
- (2) 平成25年8月23日 公開論文審査発表会及び最終試験を実施した。
- (3) 平成25年9月4日 博士後期課程委員会で学位授与を可とし、教育研究審議会で承認された。

氏名(本籍)	瀧野 勝(高知県)
学位の種類	博士(学術)
学位記番号	甲第242号
学位授与年月日	平成25年9月30日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項
研究科・専攻名	工学研究科・基盤工学専攻
学位論文題目	総合的マネジメントシステム(TMS)の研究 — 中小企業・組織の業績向上・持続性に寄与するTMSの研究 — A study of total management system (TMS) for the Organization “A study about the profitable contribution management system for small and medium-sized enterprises”
論文審査	(主査) 高知工科大学 教授 那須 清吾 高知工科大学 教授 末包 厚喜 高知工科大学 教授 富澤 治 高知工科大学 教授 渡邊 法美 高知工科大学 准教授 桂 信太郎

論文内容の要旨

「中小企業・組織の業績向上・持続性に寄与するTMSを提示すること」を目的に、戦後から今日のTQMとISOMSSを概観し、近年、日本のISOMSS認証登録減の要因調査と先行研究結果から、①中小企業・組織の要求・要望・アンケート・インタビュー、②MSS比較研究、③事例研究を通じて、中小企業・組織向けTMSの提示をする研究を行った。

1章：研究の背景

日本は戦後の粗悪日本製品時代を克服し、TQCを背景に1970年代頃から日本製品の品質の良さは世界的に受容された。1970年後半頃から欧米は「日本に学べ」と、各国で品質賞が制定され、ISOは1987年ISO9001品質マネジメントシステム規格を制定してから、その後も多くのISOMSSが発行している。2013年現在、それらのISOMSSは世界的に採用され運用されている。世界のISO9001認証登録は増加中であるが、日本では品質ISOの適合組織件数2008年より減少、環境ISOも2010年より減少に転じている(出典：JAB)。問題の所在として、中小企業・組織の要求とISOMSSの要求が合致しないのではないか、中小組織向けMSがないのではないかの問題提起からスタートして調査研究をした。

2章：先行2文献の研究

2つの先行文献の内容は素晴らしいMS提示であるが、①中小企業・組織の要求・要望、②MSS比較研究、③事例研究から提示された中小企業向けに特化したTMSではない。

3章：研究の枠組み

アンケート・インタビューから中小企業・組織向けに特化したTMSを運用しているところはなく、中小企業・組織向けに特化したTMSが必要と考え、中小企業・組織の要求・要望、MSS比較、事例研究、現場の声を反映した中小企業・組織向けTMSの研究をする。

4章：本論

(1)アンケート調査結果；①中小企業・組織のISO9001の有効性評価=50.6%、②中小企業・組織の経営層の要求・要望とISO9001の対応強度=33.8%、一方、日本的DPECとのそれは=84.8%と高い。

IS09001 登録減の1要因は中小企業・組織の要求・要望とISOMSS 要求のミスマッチによる。③中小企業・組織の経営層から担当者層までの各々の層の要求合致(対応強度) >80%と日本的・家族的文化が中小企業・組織には残っている。

(2)MSS の比較研究；①中小企業・組織の要求・要望との対応強度が強いDPEC とISOMSS のmatrix 対応強度の1位はIS09001(= 53.1%)であり、S09001 を中心MS とし、これにDPEC の強み(PQCDSME, 経営戦略・・・等)を反映する。②IS09001の強みは内部監査、文書化・・・等である。

(3)事例研究；6事例の研究からTMS 織り込む項目の抽出=事業戦略、RISKMS、マネジメントレビュー、形式知化(SECI)、経営戦略・戦術、ビジョン化、計画参画、実施進捗管理、経営目標、内部監査等が抽出され、これらをTMS に利用することを考慮する。ii

(4)上記(1),(2),(3)から中小向けTMS-1(仮説)を提示；①SR→②経営理念→③RISKMS→④目的→⑤戦略→⑥方針→⑦目標→⑧計画→⑨実施→⑩結果(④～⑩の形式知化)→⑪内部監査→⑫マネジメントレビュー。⑤～⑩にDPEC 強みを反映させる。⑥～⑩の業績向上に寄与する内部監査→⑬マネジメントレビュー⇒③以下へフィードバックすることを提示した。

5 章分析と考察

仮説TMS-1 の検証の有効性のアンケート調査=4.5点/5点満点、IS026000の「7つの中核主題」のインタビュー=4.4点/5点満点の結果からTMS-1は評価された。中小企業の経営者インタビューで、経営者は中核7主題について、日常的に俯瞰して当たり前として実践していることが検証されたので、中小向けTMSのSRではIS026000を参考にして、その中小企業・組織文化・目的から必要な項目を明示する。SR・経営理念も中小企業・組織向けTMSに必要なか、不要かをインタビューした結果、各社ともSRと企業理念は必要である、としている。その必要理由は、「従業員の考え、行動規範のベースになる。全社員が共有するものが必要である。永続的経営の根幹になる」であった。結論はTMSに「SRと経営理念」を入れる。また、調査7社と少ないが、経営理念・品質以外の経営指標を取り入れたTMSの4社は全社運営を100とした場合、50～80%と良い評価している。提案TMS-1の検証結果、TMS-1は有効そうであると検証できた。インタビューで次の①②③④の要望があったので、TMS-1を修正してTMS-2を提示した。

①中小企業・組織にとって中長期経営戦略は無理、せいぜい中短期が現実的である。

⇒TMS-2：「長期を除いて、(長)中短期戦略」とする。

②目的・経営戦略から計画(方策)までを分類して実施することは、やりにくい、むしろいっしょにやった方が良い。⇒TMS-2：「目的・経営戦略から計画(方策)までを同時展開してよい」とする。

③実施とその進捗管理と結果の定期まとめは同時にやった方が良い。⇒TMS-2：実施・進捗管理・結果も同時展開しても良い」とする。

④同じく、IQAとMRも同時期にやった方が良い。⇒TMS2:IQAとMRも同時期展開しても良いとする。

これらを修正してTMS-2のスキームとする。

6 章結論と今後の課題

4章の研究結果から提示したTMS-1の有効性をアンケート・インタビューで検証した結果から、TMS-1を修正して、中小企業・組織は「目的から計画まで」と「実施と結果まで」及び「内部監査とマネジメントレビュー」は同時展開でもよい、中長期戦略は「中短期戦略でも良い」をTMS-2として提示した。

今後の課題は、①TMS-2を多くの中小企業・組織でTMSとして構築・運用し評価を得なければならない。②今後改訂されるISOMSSの監視を継続する。③、①②の結果からTMS-2を改善・ブラッシュアップし、TMS-2のスパイラルアップをする。

審査結果の要旨

1.論文の評価

本研究は、国際的な企業等の経営に関わる標準であるISOシリーズに対して、デミングによる統計的品質管理に始まる日本的な品質管理手法や経営手法がある中で、これらのシステムを如何に活用すればよいのか、特に中小企業を指導する上では大きな課題となっている。多くの中小企業は、ISOシリーズを導入したものの、その効果に疑問を持ち或いは維持する為の経費に無駄を漠然と感じ、撤退するトレンドが生まれつつある。一方で、ISOシリーズだけでは不十分であるとの指摘もあり、日本の経営手法がこれを補っているという指摘もある。

本研究は、中小企業にとって望ましい経営システムの在り方を提示すべく、中小企業の実態を調査するとともに、ISO、日本の経営手法、中小企業経営者のニーズの三者間の関係性を分析した。経営全体の中で、経営者の俯瞰的能力なども考慮に入れた場合、それぞれの機能の必要性、代替性、補完性について確認するとともに、経営者が求めている機能および結果を満足する新たな中小企業のためのトータルマネジメントシステム（TMS）の構築を行ったものである。

日本の経営では対応できない経営機能でISOが補完しているもの、ISOが補完しているが規定どおりの内容では中小企業にとってはオーバースペックであるもの、経営者の俯瞰的能力でしか機能が期待できないものなど、経営の各機能毎に分類し、その内容を設定した。

本研究を実施するにあたっては、研究者本人の過去の経営の実践的事例を分析するとともに、多様な過去の中小企業経営相談の情報、また、新たに経営者に行ったインタビューによりその内容を検証するとともに、妥当性を確認している。

本研究が、今後の中小企業経営の効率的な機能発揮に貢献することは大いに期待されるし、その為の本研究の実践的具體化が待たれる。

2.審査の経過と結果

- (1) 平成25年7月10日 博士後期課程委員会で学位論文の受理を決定し、5名がその審査委員として指名された。
- (2) 平成25年8月22日 公開論文審査発表会及び最終試験を実施した。
- (3) 平成25年9月4日 博士後期課程委員会で学位授与を可とし、教育研究審議会で承認された。

氏名(本籍)	山本 剛(大阪府)
学位の種類	博士(学術)
学位記番号	甲第243号
学位授与年月日	平成25年9月30日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項
研究科・専攻名	工学研究科・基盤工学専攻
学位論文題目	「内部統制の限界」を超えるコーポレート・ガバナンス論 ～日本における粉飾行為に対する心理学的考察～ A study on corporate governance that exceeds "Limitations of Internal Control" - A psychological consideration to the balance-sheet manipulation in japan -

論文審査	(主査) 高知工科大学 教授 那須 清吾 高知工科大学 教授 村瀬 儀祐 高知工科大学 教授 渡邊 法美 高知工科大学 教授 末包 厚喜 高知工科大学 准教授 坂本 泰祥
------	---

論文内容の要旨

本研究は「内部統制の限界」を超えるコーポレート・ガバナンスのモデルの作成を目的としている。「内部統制の限界」とは監査業界では半ば固有名詞化されており、とくに「経営者が不当な目的の為に内部統制を無視ないし無効ならしめる」という「内部統制の限界」が問題視されている。エンロン事件以降、多くの国で内部統制が制度化され上場企業に内部統制の整備・運用・評価・報告が課せられた。またその内部統制を監査法人や公認会計士が監査することも義務付けられた。しかし本研究中におきたオリンパス社の粉飾事件のように経営者による粉飾はなくなっていない。この経営者による粉飾について日本の企業会計審議会は「経営者が不当な目的の為に内部統制を無視ないし無効ならしめることがある。しかし、経営者が、組織内に適切な全社的又は業務プロセスレベルに係る内部統制を構築していれば、複数の者が当該事実に関与することから、経営者によるこうした行為の実行は相当程度、困難なものになり、結果として、経営者自らの行動にも相応の抑止的な効果をもたらすことが期待できる。」と述べている。しかし粉飾を犯そうとしている経営者が「組織内に適切な全社的又は業務プロセスレベルに係る内部統制を構築」するはずがなく、この命題は破たんしているのである。

そこで本研究はまず粉飾にどのような背景があるのかを、アングロサクソン型コーポレート・ガバナンスとライン型コーポレート・ガバナンスにおいて議論し、その後、内部統制の理論と実務、およびそれらに関係する監査や監査役制度の有効性を議論した。次に、先行研究として「不正のトライアングル」仮説として有名なCressy(1953)のOther People's Money: A Study in the Social Psychology of Embezzlement (他人のお金 横領についての社会心理学の研究)を取り上げ、トライアングルの一点をなす「犯人の不正の正当化」について評価したが、具体的な社会の施策については明らかになっていないことを批判した。

そこで本研究はAjzen & Fishbein(2005)の合理的行為理論と計画的行動理論の統合モデルをベースに粉飾を犯す財務ヒエラルキーのトップの意識構造を仮説化した。その後4人の経営者経験者にインタビューし、その仮説モデルを精緻化している。そのモデルはロジックモデルと同じ様相をおびており、多くの独立変数や媒介変数の関係性を明らかにし、社会が採るべき具体的な施策(インプット)について

明らかにすることを目論んでいる。

その仮説モデルを検証するために30人のインタビューイーに投映法とナラティブ・アプローチを用いて調査を行い、どの要素がインプットとして効果的か分析した。

分析結果として厳格監査、厳罰化、内部告発、社外監査役、社外取締役、雇用流動化、倫理教育、累進課税が効果的であるとの結論に至った。特に内部告発は30人のインタビュー結果からは現状においてもっとも効果的であるようだ。ちなみにオリンパス社の粉飾、エンロン社の粉飾、西武鉄道の粉飾は内部告発が発端で露呈している。本研究はそういった粉飾の露呈プロセスを論理的に裏付けているものになっている。

審査結果の要旨

1.論文の評価

企業における内部統制は、会計システムやその罰則等により効果が高いと評価出来るが、経営者が不当な目的の為に内部統制を無視ないし無効ならしめることもあることから、不祥事がかなり発生しているのが現状である。日本の場合、粉飾は横領のような直接的なインセンティブがなく、やむにやまれぬ理由として正当化される場合が多い。従って、欧米の研究成果からは社会が採るべき具体的な施策が提唱出来ない。

この「内部統制の限界」を超えるコーポレート・ガバナンスの仕組みを構築することは可能なのかという質問に答える為には、不祥事の発生メカニズムを当事者の心理的構造から実際の行動に至るモデル化を実施し、そのモデルに基づいて仕組みを考え検証する必要がある。

本研究では、経営者へのプレインタビューから合理的行為理論と計画的行動理論の統合モデルにより、粉飾を実行に移すまでの心理学的モデルを構築した。また、これを検証するとともに、心理学的モデルから更に具体的な粉飾心理ロジックモデルを得る為に、30人の民間経営者あるは社員を対象に、具体的な粉飾を実施したくなる場面を設定し、インタビュー形式により行動シミュレーションをして頂いた。また、その結果をインタビューすることで、仮説としての粉飾の合理的行為理論と計画的行動理論の統合モデルを検証するとともに、30人のインタビュー結果からより絞り込んだ粉飾心理ロジックモデルから、粉飾防止の為に抑制すべき要素を特定し、例えば「内部通報制度」などの効果的な対策が選定出来ることを示した。

本研究の更に大きな意義は、合理的行為理論と計画的行動理論の統合モデルにより粉飾心理をモデル化し、しかも、今回の30人のシミュレーション結果から、全てのケースについて分析できる論理的枠組みであることを確認したことである。今後の粉飾研究におけるツールを提供出来た意義は大きく、今後、他の粉飾場面設定でより多くのシミュレーション研究を実施することでこの分野が発展することが期待される。

2.審査の経過と結果

- (1) 平成25年7月10日 博士後期課程委員会で学位論文の受理を決定し、5名がその審査委員として指名された。
- (2) 平成25年8月23日 公開論文審査発表会及び最終試験を実施した。
- (3) 平成25年9月4日 博士後期課程委員会で学位授与を可とし、教育研究審議会で承認された。

氏名(本籍)	永原 三博 (高知県)		
学位の種類	博士 (工学)		
学位記番号	甲第244号		
学位授与年月日	平成25年9月30日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項		
研究科・専攻名	工学研究科・基盤工学専攻		
学位論文題目	交通事故リスクに関連する運転特性を簡便に検出するソフトウェア開発 Software development to simply detect driving characteristics associated with traffic accident risks.		
論文審査	(主査)	高知工科大学 教授	岡 宏一
		高知工科大学 教授	熊谷 靖彦
		高知工科大学 客員教授	朴 啓彰 (外)
		高知工科大学 准教授	繁樹 博昭
		高知工科大学 講師	中川 善典

論文内容の要旨

本論文では、新たな交通事故要因を明らかにするために大脳白質病変の存在と事故関連性および注意機能検査・運転適性検査と事故関連性についての検証を行った。

まず脳内の白質病変と事故歴との関連を示した。

- 3435名の中老年ドライバーの約25%に白質病変を認め、 Γ_1 が約5%、 Γ_2 が約20%の頻度であった。
- 過去10年間の交通事故歴と白質病変グレードとの関連性を多変量ロジスティック解析にて求め、 Γ_2 で有意の調整オッズ比1.67を認めた。
- 交通事故タイプ別の解析では、 Γ_2 で交差点事故のみが有意の高い調整オッズ比3.31を認めた。
- 交通事故原因となるヒューマンファクターを解析する上で、脳MPIは非常に有用な研究手法ツールになり得ることが示された。

次に、交通事故リスクを簡便に検知するために、注意機能計測に基づく新しい検査法を開発した。344人のドライバ(男性138人、女性188人、32~68歳)を調査し、事故歴と本検査成績との関連性をロジスティック回帰分析により評価した。本検査によって以下を明らかにした。

- 交差点・追突・単独を含めた全ての事故歴と判断ミスとの有意の相関性($\pi < .01$ オッズ比2.581)
- 交通事故の中では比較的複雑な処理を要求される交差点事故と認知ミス・判断ミス・早い反応の乗算値との有意の相関性($\pi < 0.5$ オッズ比3.466)。

さらに白質病変の存在によって注意機能と事故リスクにどのような影響を及ぼすかを検証し、より精度よく事故リスクを抽出することが可能となった。

- 白質病変G0およびG1グループは、60歳未満では単独事故と判断ミスに有意な関連性が見られた。($\pi < .05$ オッズ比 1.817)
- 白質病変G0およびG1グループは、60歳以上では単独事故と尚早ミスと判断ミスという組み合わせに有意な関連性が見られた。($\pi < .05$ オッズ比. 4.566)
- 白質病変G2グループは、60歳未満では追突事故と尚早ミスと早い反応という組み合わせに有意な関連性が見られた。($\pi < .05$ オッズ比. 3.176)
- 白質病変G2グループは、60歳以上では交差点事故と尚早ミス・認知ミス・判断ミスという組み合わせに有意な関連性が見られた。($\pi < .05$ オッズ比 3.510)

これらの結果から、本手法は交通事故の原因となりやすい危険なドライバを特定するために役立つと考えられる。また本研究での成果を、健康で自立した高齢者を支える社会的ケアの構築のための手法としていかに適用していくかが今後の課題である。

審査結果の要旨

1.論文の評価

本研究での成果は、これまでに公の成果としては例がないものであり、また、交通事故の要因分析とその危険リスクを解析的手法により明らかにしている。これら2点から本論文は、独創的かつ学術的であると判断した。研究内容は、交通事故の要因と脳活動の関係に注目し、注意機能を計測する簡便なソフトウェアにより交通事故の危険リスクの予測が可能であることを検証したことである。まず脳内の白質病変と事故歴との関連を示している。次に、選択・制御・維持の注意機能の3要素に基づき、定性的かつ定量的に、簡易計測できるソフトウェアを開発することにより、一部の交通事故タイプでは事故リスクの予測が可能であることを検証している。また、白質病変の有無を含めたより精度の高い事故リスク検出手法を考案している。

まず、無症候性の脳病変である白質病変と交通事故との関連性を報告している。高血圧・糖尿病・喫煙など生活習慣が病因とされる白質病変は、脳のほぼ半分を占める前頭葉に最も多く存在している。前頭葉には注意機能の中枢があるとされており、白質病変が車の安全運転に必要な注意機能に影響すると推測されていた。しかし、これまで白質病変の安全運転に及ぼす影響について十分には調べられていなかった。研究の結果、交差点事故について白質病変と有意であるという結論が得られた。交差点走行では認知すべき情報量が多く、高度な注意力を必要とされるためだと考えられる。白質病変が、交通事故に大きく影響する結果を得られた点で、極めて意義深い成果といえ、交通事故予防対策への多大な貢献が期待される。

次に、認知・判断におけるミスという脳内の注意機能に関わる運転行動と交通事故の関連性を調べることで事故の危険リスクについて言及している。注意機能は年齢と共に低下するものの、個人差が大きく、ここで提案されている手法は、事故に直接関与するヒューマンファクターの解明という課題を解決の一つと考えられる。注意機能計測を行うための簡便なソフトウェアを開発し、事故歴との関連を解析的に検証することで、被験者の事故リスクを予測し、認知してもらうことで交通事故低減に役立つものである。注意機能計測については、健常中高年ドライバ344名を対象に調査を行い、事故歴と本検査成績の関連性を見いだした。本検査は簡易ながら、事故原因とされる認知・判断といった運転行動におけるミスを短時間で定量的に計測できるデザインであり、また加齢による注意機能衰退を検出できることから、運転免許センターなどの現場応用や長期間の追跡調査への適用が期待できる。また、今回の解析では交差点事故、追突事故といった事故タイプ別に交通事故リスクを予測可能であり、有用性の高い研究成果であると言える。

最後に、白質病変が左右両側に存在することで視覚認知力に悪影響を及ぼし、また反応速度が変動することから、事故リスクを高めていることを報告している。MRI撮像データによる白質病変所見結果と開発した注意機能計測の成績を基に65歳以上ドライバの事故歴との関連性を分析し、白質病変のないグループは、単独事故と本検査成績の間に有意な関連性を得ている。また、白質病変が左右両側に存在するグループは、交差点事故と本検査成績との間に有意な関連性を得ている。

以上の研究結果は、永原三博君の研究が十分に博士の学位に値するものと判断する。

2.審査の経過と結果

- (1) 平成25年7月10日 博士後期課程委員会で学位論文の受理を決定し、5名がその審査委員として指名された。
- (2) 平成25年8月22日 公開論文審査発表会及び最終試験を実施した。
- (3) 平成25年9月 4日 博士後期課程委員会で学位授与を可とし、教育研究審議会で承認された。

氏名(本籍)	Khanit MATRA (タイ)		
学位の種類	博士(学術)		
学位記番号	甲第245号		
学位授与年月日	平成25年9月30日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項		
研究科・専攻名	工学研究科・基盤工学専攻		
学位論文題目	Characteristics of DC micro plasma jet in SEM and its applications		
論文審査	(主査)	高知工科大学 教授	八田 章光
		高知工科大学 教授	真田 克
		高知工科大学 准教授	古田 寛
		高知工科大学 教授	古田 守
		高知工科大学 准教授	百田 佐多生

論文内容の要旨

This research proposes a DC gas discharge operated in a micro gas jet, and injected into an electron microscope chamber. Gas was injected through a few 20-50 μ m orifice gas nozzle (OGN), and was evacuated by an additional pump in order to keep the high vacuum environment. Gas discharge was then ignited between the OGN anode and a counter electrode Silicon (Si) wafer. There were two discharge modes that were observed by the oscilloscope during experiment: continuous discharge mode and self-pulsing discharge mode. The characteristics of a real time plot of voltage and current during the self-pulsing discharge mode was investigated. The DC micro plasma jet was then subsequently applied for micro plasma processing—local sputter etching and local thin-film deposition. Thus, the characteristics of local sputter etching and thin-film deposition by micro plasma jet were studied. A local, hydrogenated amorphous carbon thin-film was deposited on the silicon wafer with a high deposition rate of Acetylene plasma (10 times higher than conventional PECVD); however, plasma could not be sustained for long operation time due to the deposition of the insulator thin-film covering the silicon cathode. A few 100 μ m sputter etching area, dependent on the orifice hole size and gas profile, could be obtained with a high sputtering rate of Argon plasma, due to a higher current density (70mA/cm²) compared to that of the conventional method by 35 times approximately.

審査結果の要旨

1.論文の評価

マイクロプラズマはプラズマテレビの開発により研究が進展し、大気圧下での材料合成、表面処理や特に生体への照射、医療処置としての応用が注目され盛んに研究されている。多くのマイクロプラズマは大気圧で動作させるが、本研究はあえて真空環境でマイクロプラズマを生成、制御し応用する点が特徴である。

放電の基本原理であるパッシェンの法則により、通常の数 cm 以上の電極サイズでは真空に近い減圧下での放電が安定となるのに対し、 μ m オーダーの微細なマイクロプラズマ生成には大気圧付近の圧力が

適している。大気圧や高気圧で放電させると放電の相似則により電流密度が高くなり、陰極表面が過熱してアーク放電に移行する。アーク放電は電極の劣化が激しいため材料プロセスとしては扱いにくい。高気圧でマイクロサイズの安定な放電プラズマを生成するには高速のガス流を用いて冷却するガスジェット方式と、放電をパルス制御して duty 比により入力パワーを制限するパルス放電や誘電体バリア放電が有効であるが、本研究はマイクロガスジェットによる放電方式である。マイクロガスジェットはキャピラリー状のノズルで大気中に He などの微細なガスジェットを噴射し、ガスジェットのチャンネル中で放電プラズマを発生する。大気中、空気中で自由にプラズマを扱うことができる点は画期的であるが、周囲の空気との乱流で複雑な気相化学反応が進行し、反応解析を困難としている。本研究では高気圧のマイクロガスジェットを真空中に噴射することで、局所的に高気圧ガスジェットを形成、局在したプラズマを生成し、真空中での微小領域プラズマ処理を目的に研究、開発を行ってきた。真空環境として走査型電子顕微鏡 (SEM) の内部でプラズマを生成し材料処理を行った。

局在した高気圧ガスジェットを生成するには一般に用いられるキャピラリー型ではなく、薄い壁に小さな孔をあけたオリフィス型ノズルが好ましいことから、研究の当初はステンレス管を加工して手製で試作した。後にメーカーによってレーザー加工されたオリフィスを用いるようにしている。真空中マイクロガスジェットは大気圧以上の高い圧力から真空中へガスが急速に拡散することから、パッシェンの法則におけるパッシェンミニマムの右側、高気圧側から一気に左側、低気圧側にガスの状態が変化する。拡散の過程で最も適切な放電条件でプラズマが生成する。また SEM の電子ビームを利用することで放電開始に必要な初期電子を安定して供給できる。マイクロプラズマは放電空間が小さいため、通常の放電開始に寄与する宇宙線などの放射線が空間を通過する確率が激減し、放電開始が困難である。SEM 中では電子ビームで初期電子を安定に供給できる。さらに SEM 観察の機能を活かして、ガスジェットのプロファイルを直接画像としてとらえることができる。ガスジェットのプロファイルはプラズマの生成分布に大きく影響する重要な情報である。

本研究の成果として、SEM 中ガスジェットの放電特性の解析、特に静的な定常放電と自己パルス化する放電のメカニズムを解明した。プラズマ処理としてアルゴン放電プラズマによるシリコン基板の局所的なスパッタエッチング処理、またアセチレンガスプラズマによるアモルファス炭素膜の局所的な成膜に成功し、得られた処理結果をその場で SEM 観察した。これらの成果は真空中マイクロプラズマの材料プロセスへの応用を先導するもので、しかもオリジナルな取り組みであり、学位論文として価値のある成果と判断される。

2. 審査の経過と結果

- (1) 平成 25 年 7 月 10 日 博士後期課程委員会で学位論文の受理を決定し、5 名がその審査委員として指名された。
- (2) 平成 25 年 8 月 23 日 公開論文審査発表会及び最終試験を実施した。
- (3) 平成 25 年 9 月 4 日 博士後期課程委員会で学位授与を可とし、教育研究審議会で承認された。

氏名(本籍)	CHEN Xin (中国)		
学位の種類	博士(工学)		
学位記番号	甲第246号		
学位授与年月日	平成25年9月30日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項		
研究科・専攻名	工学研究科・基盤工学専攻		
学位論文題目	Molecular Design and Synthesis of Quinolones Activated by Steric Effect 立体効果に基づく活性なキノロン骨格の創成		
論文審査	(主査)	高知工科大学 教授	西脇 永敏
		高知工科大学 教授	西郷 和彦
		高知工科大学 教授	小廣 和哉
		高知工科大学 教授	杉本 隆一
		高知工科大学 教授	榎本 恵一

論文内容の要旨

The thesis deals with studies on molecular design and synthesis of quinolones activated by steric effect between the 1-methyl and 8-substituent groups.

While the 1-methyl-2-quinolone (**MeQone**) framework is not reactive because of aromatic property in the pyridone ring, 1-methyl-3,6,8-trinitro-2-quinolone (**TNQ**) exhibits extremely high reactivity.

Indeed, **TNQ** undergoes *cine*-substitution to afford 4-substituted 6,8-dinitro-1-methyl-2-quinolones upon treatment with versatile nucleophiles. Moreover, **TNQ** also undergoes cycloaddition reactions at the 3- and the 4-positions under mild conditions leading to polycyclic compounds, which reveals that the pyridone moiety of **TNQ** shows nitroalkene property rather than aromatic property.

It is considered that the high reactivity of **TNQ** is caused by steric repulsion between the 1-methyl and the 8-nitro groups. In other words, the **MeQone** framework can be sterically activated even in the absence of electronic activation. In the present work, the molecular design and synthesis of the sterically activated **MeQones** was studied on the basis of this hypothesis.

Firstly, reactivity of several kinds of **MeQones** having both 1-methyl and the 8-substituent was predicted by DFT calculation, by which the dihedral angles between N1-Me and C8-R8 bonds are estimated. The calculated results suggested 1,6-dimethyl-3,8-dinitro-2-quinolone and 1,8-dimethyl-3,6-dinitro-2-quinolone are considered to surely reveal high reactivity as well as **TNQ**. As a result of study on the preparation, the latter quinolone was successfully synthesized in addition to 3,5,7-trinitrated and 3,5-dinitrated 1,8-dimethyl-2-quinolones.

When nitrated 1,8-methyl-2quinolones were subjected to the reactions with 2,4-pentanedione in the presence of triethylamine, the *peri*-substituent (R5) was found to prevent the *cine*-substitution. Thus, a small nucleophile, potassium cyanide, was employed for estimation of the reactivity of the **MeQone** framework. The high reactivity was maintained, even when the 6-nitro or 8-nitro groups of **TNQ** was replaced with a methyl group, to afford corresponding *cine*-substituted products upon treatment with potassium cyanide. These results strongly support our consideration that the steric repulsion between 1-methyl and 8-methyl groups activated the **MeQone** by disturbing the coplanarity, which decreases aromaticity of the pyridone moiety.

This work affords researchers valuable information for the functionalization of the **MeQone** framework, which is helpful for finding new biologically active compounds.

審査結果の要旨

1.論文の評価

本研究では、主に2つの成果を挙げている。

1) 1-メチル-2-キノロン骨格の位置選択的シアノ化法の開発

1-メチル-2-キノロン骨格は天然物中にしばしば見られる骨格であり、幅広い生理活性を示すことが知られている。従って、多様な非天然型の誘導体を入手することができれば、化合物ライブラリを構築することができ、医薬探索の際に非常に有用である。しかしながら、1-メチル-2-キノロン骨格が芳香族性を有するために、反応性が低く修飾が容易ではないことから、より簡便な官能基導入法の開発が望まれている。

その中であって、トリニトロキノロンが高い反応性を有していることに着目し、シアノ化物イオンを作用させることにより、4位を位置選択的にシアノ化する方法を確立した。本反応は既存の方法とは異なり、穏和な条件下で、しかも1段階で進行することから有用である。また本系では、少量の2量体が生成していたが、求核試薬としてシアニ化シリルを用いることにより、その問題も解決できることを明らかにした。

2) 置換基間の立体反発を利用した官能基化

トリニトロキノロンが特異的に高い反応性を示すことに着目し、その原因の解明を行なった。その結果、8位の置換基が、反応性に大きな影響を及ぼしていることを明らかにした。しかし、反応部位である4位から遠く離れているため、電子的な影響であるとは考えにくい。そこで、立体的な影響によって活性化されているという仮説の下、理論的、実験的なアプローチを行なった。

その結果、8位の置換基と1位のメチル基間の立体反発のためにキノロン環が歪み、共平面を取ることができないことを見出した。その結果、ピリドン部位の芳香族性が失われ、ニトロアルケンの性質を強く帯びたために高い反応性が発現することを明らかにした。実際に、電子求引基であるニトロ基の代わりに電子供与基であるメチル基に置換したキノロンも、同程度の高い反応性を示すことを明らかにした。

独創的な点と学術的な重要性

本研究では、反応点から遠く離れた2つの置換基間の立体反発によって、分子全体を活性化していることを明らかにした点で、大変興味深い。このような概念に基づく活性化は他ではあまり見られず、独創性が高い研究であると言える。また、この概念を利用すれば、他の骨格も同様に活性化できる可能性を示したという点で、学術的にも重要な研究であると言える。こうして得られた化合物群は、医薬・農薬の探索に有用であり、当該分野への貢献度も第であると言える。

2.審査の経過と結果

- (1) 平成25年7月10日 博士後期課程委員会で学位論文の受理を決定し、5名がその審査委員として指名された。
- (2) 平成25年8月22日 公開論文審査発表会及び最終試験を実施した。
- (3) 平成25年9月4日 博士後期課程委員会で学位授与を可とし、教育研究審議会で承認された。

氏名(本籍)	LIU Yi (中国)
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	甲第247号
学位授与年月日	平成25年9月30日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項
研究科・専攻名	工学研究科・基盤工学専攻
学位論文題目	Synthesis and Characterization of Electron-Responsive Materials 電子応答性材料の合成とキャラクタリゼーション
論文審査	(主査) 高知工科大学 教授 杉本 隆一 高知工科大学 教授 小廣 和哉 高知工科大学 教授 角 克宏 高知工科大学 教授 西郷 和彦 高知工科大学 教授 西脇 永敏

論文内容の要旨

As a new-type of photovoltaic devices, dye-sensitized solar cells (DSSCs) have been the subject of intensive research activities over the last quarter century. In DSSC devices, dyes play a key role in the conversion of solar energy into electricity. Compared with other dyes investigated so far, ruthenium poly(pyridine) complexes have been well-studied and found to be most effective. The robust immobilization of dye molecules onto a nanocrystalline semiconductor surface is critical to ensure effective electron injection and device durability. Generally, hydrophilic groups, such as -COOH, -PO₃OH, -SH, and -OH, are indispensable in the rational design of dyes for DSSCs. Up to now, dyes without these functional groups cannot be candidates for dye research. This drawback has limited the development of DSSCs. Therefore, the author made his endeavor to develop a novel separated electrolysis method to graft a new ruthenium poly(vinylsubstituted pyridine) complex onto a TiO₂ electrode surface and explored the capability of the incident photon-to-electricity conversion of the resulting TiO₂ electrode in DSSCs. The author confirmed that the deposition of the ruthenium complex onto a TiO₂ electrode was strongly influenced by working potential, immobilization time and various solvents used as the electrolysis solvent, washing solvent, and immobilization solvent.

Unfortunately, the DSSC fabricated with the resulting TiO₂ electrode just presented inferior incident photo-to-electricity conversion efficiency (at 440 nm, 1.2%). To improve the capacity of incident photo-to-electricity conversion of the resulting DSSC, sodium 4-vinylbenzenesulfonate was introduced into the immobilization system to form a composite film. The incident power conversion capacity of the composite film was sharply enhanced to 31.7% at 438 nm.

On the other hand, a photocathode which collects external circuit electrons and assists the regeneration of I⁻ from I₃⁻ is also an essential component of DSSCs. Commonly, Pt film, which is optimal in electro-conductivity, catalytic activity of I₃⁻ reduction, is coated onto a fluorine-doped tin oxide glass (FTO) to construct a photocathode. However, Pt is too expensive to apply in a large scale in DSSCs. Recently, poly(3-alkylthiophene)s, which are excellent in electro-conductivity, catalytic activity of I₃⁻ reduction, and cost-effectiveness, have been employed to replace Pt to assemble a

photocathode of DSSCs. For the large scale application of poly(3-alkylthiophene)s in DSSCs, it is essential that the polymerization of 3-alkylthiophenes proceeds with a simple route and in high yield. To date, the FeCl₃ oxidative method is the most popular in the synthesis of poly(3-alkylthiophene)s. To the best of the author's knowledge, details on their synthesis is, however, still unavailable. Then, the author devoted his effort to investigate the polymerization of 3-alkylthiophene. By monitoring the progress of the polymerization of 3-hexylthiophene with FeCl₃ in CHCl₃, the author successfully constructed the reaction profile and estimated the activation energy of this polymerization reaction. The effect of solvent on the polymerization of 3-hexylthiophene with FeCl₃ was also studied. Other than chlorinated methanes, aromatic solvents, especially benzene and toluene, are applicable for the polymerization reaction. Different from the chlorination of the resulting polymer obtained the FeCl₃ oxidative method in CHCl₃, the incorporation of the solvent molecule(s) into the polymer was observed when the aromatic solvents were used. The author also found that the polymerization reaction proceeded by using TEMPO/FeCl₃ combination as the oxidant and discuss its reaction mechanism. Moreover, The polymerization activity of brominated 3-hexylthiophene with iron(III) halide was firstly established, even though the activity was rather low.

審査結果の要旨

1. 論文の評価

本論文は電子応答性材料として色素増感太陽電池の負極材料として用いられるルテニウム錯体系色素および正極材料として注目されている導電性高分子材料であるポリチオフェンの合成とその性質を調べたもので、7章よりなっている。

前半の章で述べられている新規ルテニウム錯体は色素増感太陽電池用色素として用いることが可能であり、その錯体を酸化チタン表面に担持する新規な担持方法を見出している。従来のルテニウム錯体ではカルボキシ基やリン酸基、水酸基、チオール基などの酸化チタン表面と反応する極性官能基を錯体自体に有していることが必要であったが、本論文の新規ルテニウム錯体は、それらの極性官能基を含まないにもかかわらず、ルテニウム錯体を酸化チタン表面に担持することに成功した。担持方法はカルボキシ基やリン酸基、水酸基、チオール基などの極性官能基を酸化チタン表面と直接反応させる従来の方法とは全く異なる、電気化学的な反応を含む新たな担持方法を開発した。これらの新規ルテニウム錯体と新規担持方法を組み合わせることにより、カルボキシ基やリン酸基、水酸基、チオール基などの酸化チタン表面と反応する極性官能基を有することが必要条件であった従来の錯体構造設計の制限をなくし、色素としてのルテニウム錯体の構造設計範囲が格段に広がることで新たな高性能色素の開発を可能にした点は非常に重要な成果である。

後半の章で述べられているポリヘキシルチオフェンは有機機能材料で最も注目されているポリマーの一つである。ここでは2つの内容を述べており、一つはヘキシルチオフェンの塩化鉄による酸化重合で、これまでほとんど検討されてこなかった重合のカイネティクスについて論じられている。塩化鉄による重合法は簡便で、近年さらに見直されていることから、重合反応機構の解明を目指す本論文は基礎的で発展性のある重要な内容を含んでいる。重合条件を変えて重合反応を詳細に検討した結果、これまで塩化鉄で重合したポリヘキシルチオフェンは多くの塩素を含んでいたが、塩素が少量しか含まれていないポリヘキシルチオフェンが見出されることを見出す等、塩化鉄による塩素化反応と酸化重合に関する新たな興味深い知見が得られている。さらに重合機構を解明するために実施したハロゲン化チオフェ

ンの重合ではジハロゲン化チオフェンが酸化重合で初めて重合する可能性を見出した。この反応は現段階ではオリゴマー化にとどまっているが、重合機構の検討を詳細に行うことによって新しい縮重合法の発展につながる可能性がある。

これらの研究は学術上、工業上価値あるものであり、また研究者として自立して研究活動を行うに必要な基礎的な学識と高度の研究能力を有するものと認められる。

2.審査の経過と結果

- (1) 平成25年7月10日 博士後期課程委員会で学位論文の受理を決定し、5名がその審査委員として指名された。
- (2) 平成25年8月22日 公開論文審査発表会及び最終試験を実施した。
- (3) 平成25年9月4日 博士後期課程委員会で学位授与を可とし、教育研究審議会で承認された。