

博士學位論文

内容の要旨
および
審査結果の要旨

第 3 編

平成 13 年度

高知工科大学

はしがき

本編は、学位規則（昭和28年4月1日文部省令第9号）第8条による公表を目的として、平成13年度内に本学において博士の学位を授与した者の、論文要旨の内容および論文審査の結果の要旨を収録したものである。

学位記番号に付した甲は、学位規則第4条第1項（いわゆる博士課程）によるものであることを示す。

（平成14年5月発行）

< 目 次 >

甲第4号	濱田 和秀	グラフト重合による木質系材料の活用・・・・・・・・・・ 1 Practical use of wood-based materials by graft polymerization method
甲第5号	森川 彰	単細胞藻 <i>Phaeocystis</i> sp.を原料とした新素材開発の試み・・・・・・ 7 A use of polysaccharide from unicellular marine alga <i>Phaeocystis</i> sp.
甲第6号	谷岡 哲也	パーキンソン症候群患者の歩行リハビリテーション支援システムの研究・・・・・・・・・・ 11 A Sensor-based System for Rehabilitating the Gait of Persons with Parkinsonism: Assessment, Programming, and Implementation
甲第7号	土屋 新五郎	技術移転における「移転される技術量」の計量方法の研究・・・・・・ 19 Estimation of “Quantity of Technology” in the Technology Transfer
甲第8号	杜 桂栄	Development of New Software For Communicative Skills in Foreign Language Learning Based on Voice Recognition Technology・・・・・・ 23
甲第9号	福留 豊	食品廃棄物を利用したバイオガス発電システムの事業化 持続的発展が可能な循環型社会の実現に向けて・・・・・・・・・・ 29 Business of Biogas Power Generation System Utilizing Food Waste as Fuel A Step towards the Realization of an Ecologically Sustainable Society
甲第10号	森田 達夫	半導体薄膜形成のためのリモート・ライン・ソースプラズマ CVD 装置の開発およびそれに基づく起業実践・・・・・・・・・・ 35 Development of Remote-Line-Source Plasma CVD Apparatus for Semiconductor Thin Films and Creation of New Business by Using Related Technologies
甲第11号	両角 伸治	TFT を用いたカラー液晶表示デバイスの開発とその事業化・・・・・・ 38 Development and Commercialization of Color Liquid-Crystal Display Devices Using TFT's
甲第12号	小川 榮一郎	事業の創設と発展における資金調達の条件・・・・・・・・・・ 42 Conditions for Financing in Foundation and Expansion of Business
甲第13号	永野 正展	エコデザインをベースとした新しい社会基盤整備の実現・・・・・・ 46 Implementation of New Social Infrastructure Based on Eco Design

	はまだ かずひで
氏名（本籍）	濱田 和秀（高知県）
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	甲第4号
学位授与日	平成14年3月20日
学位授与の要件	学位規則第4条1項該当
研究科・専攻名	工学研究科 基盤工学専攻
学位論文題目	グラフト重合による木質系材料の活用 Practical use of wood-base materials by graft polymerization method
論文審査委員	(主査) 高知工科大学 教授 福富 兀 高知工科大学 教授 向畑 恭男 高知工科大学 教授 古江 正興 高知工科大学 教授 坂輪 光弘 高知工科大学 教授 谷脇 雅文

内 容 の 要 旨

木材は再生可能な資源であり、かつ条件によって生分解性も併せ持ち、また通気性、断熱性に優れ、従来構造材料などに広く使用されてきた。他面、寸法安定性、耐火性が悪く、また産生された一部しか利用できず、鋸屑や建築廃材などの未利用の資源も多く副製するなどの問題をかかえた資源でもある。事実、山から出る素材のうち70%が廃棄・焼却されていると言われている。木質系廃棄物の再利用をする場合、木材に新しい機能を付与し、木材の持っている特徴と組み合わせることにより新しい用途が開けてくる。木質系材料に熱成形性を与えると、木質系材料の持っている断熱、調湿等の機能を残しながら成形性を向上させ得る可能性があり、ボード等に利用可能になる。また、セルロースにアクリルアミドやイオン性基を導入すると、新しい考えによる不均一な凝集剤を調製できる。この不均一系凝集剤はセルロース骨格を有しているため、凝集ケーキに空隙が保持でき、排水処理において迅速なる過が可能になると期待される。木材に新しい機能を補う方法としてポリマーとの化学結合によるハイブリッド化を考えた。このハイブリッド化の方法、ハイブリッド化の原料を選択する際に、木質材料の持っている性質を保持し、ポリマーを容易に使用後の製品から回収できること等の条件を考慮し、木質系にセルロース（パルプ）とスギ木粉を選び、ポリマー材料としては熱分解により原料モノマーを回収できる唯一の高分子材料であるポリア

クリル酸メチル系の材料を選定した。また、付加反応系としては水系でのグラフト反応および、反応性ポリマーエマルジョンを用いる方法を選定した。

セルロースへのセリウム塩によるメタクリル酸メチル (MMA) のグラフト重合について検討した。Ce⁴⁺を用いると容易にセルロースに MMA をグラフト重合させることができる。また、成形温度を下げる目的でアクリル酸ブチル (BA) と共重合させても支障なく重合体が得られた。

次に木材への木材への MMA のグラフト重合を検討した。木材を直接 Ce⁴⁺でグラフト重合を行ったが、木材中に含まれる物質が重合禁止剤として働くため、グラフト体は得られなかった。

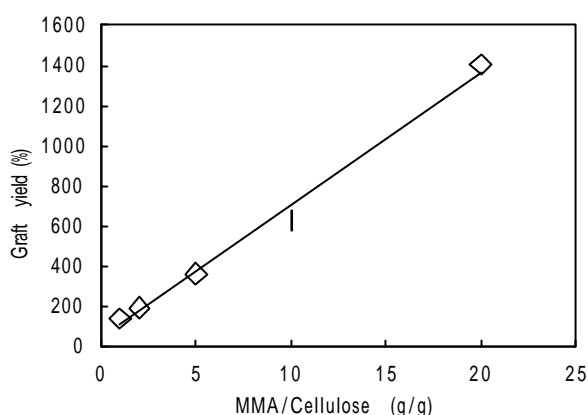


図1 MMA の量を変化させたときのグラフト収量

各種処理条件によるグラフト重合体の生成について表1に示した。ヘキサメチレンテトラミン (HEMT) あるいはグルタルアルデヒド (GA) で木粉を処理することにより、Ce⁴⁺を用いて MMA の木粉へのグラフト重合が可能になった。しかし、HEMT 処理では、木粉に対し Ce⁴⁺の量が、5倍以上必要であったが、GA を使った前処理では、十分な時間 (16 時間) 木粉とグルタルアルデヒドを反応させた後にグラフト重合すると、もとの原料にたいし 110wt%のグラフト体を得られた。GA を用いて木材を処理した後、Ce⁴⁺により MMA をグラフト重合した後のろ過液は消費された GA を追加することにより再利用することが可能であった。

表1 木材の前処理による重合体の生成

MMA をグラフトしたセルロースの物性について検討した。図2に MMA グラフトセルロース成形体の BA 共含量の違いによる成形温度と曲げ強さの関係を示した。MMA グラフトセルロースの熱成形体の曲げ強さは成形温度 130 で 60MPa に対し、BA を MMA に対し 10%共重合させることで曲げ強さは同じ成形温度で

処理方法	処 理 剤	重合物
ラジカルとの反応	フェントン試薬	×
	アゾ開始剤	×
可溶性物抽出	NaOH (20%、6kg/ cm ² 、4時間)	×
	NaOH-次亜塩素酸Na	
	ベンゼン - アルコ - ル溶液	×
	アセトン	×
可溶生物反応固定 (溶解阻止)	ヘキサメチレンテトラミン (HMTA)	
	グルタルアルデヒド (GA)	

も 110 MPa あり、BA の共重合は成形温度を下げるのに有効な方法である。また、ポリメタアクリル酸を重合したのちのろ過液には MMA はなく、100%消費されていると考え

られる。ポリメチルメタクリレート (PMMA) は熱分解により原料モノマーをほぼ 100% 回収できた。MMA をグラフト重合したパルプ から作った紙はそのままでは繊維同士の結合力が弱い、熱加工することにより強度が増し、湿時の強度も増すことができた。また、このシートは熱成形性も良好であった。

MMA をグラフト重合させた木粉を用いて、熱成形により成形体を作成し、その物性について検討を行った。木粉に MMA をグラフト重合させることにより、単に木粉と PMMA を混合した成形物に比べ、同じ成形温度では曲げ強さを強くすることができた。図 3,4 に木材および MMA グラフト木材と PMMA 混合体の曲げ強さを示した。

成形温度 170 の場合で比較すると、木粉と PMMA を混合したものに比べ、MMA をグラフト重合した木粉に同じ量の PMMA を混入して成形した物では、曲げ強さが 10MPa 大きくなった。MMA をグラフト重合したことにより、吸水率が下がり耐水性を向上させることができた。また、寸法安定性も向上し温度 25 で湿度を 50% から 90% まで変化させても 1% しか変化しなかった。熱伝導率が木材とほぼ等しい材料が得られ、木材と同じ程度の断熱、保温性が期待できる。熱分解により原料モノマーをほぼ 100% 回収できた。

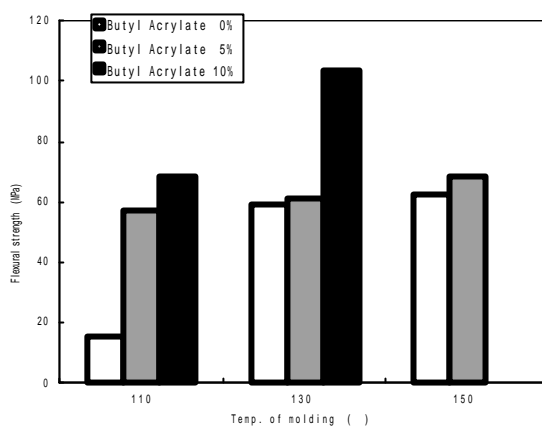


図 2 曲げ強さと成形温度の関係

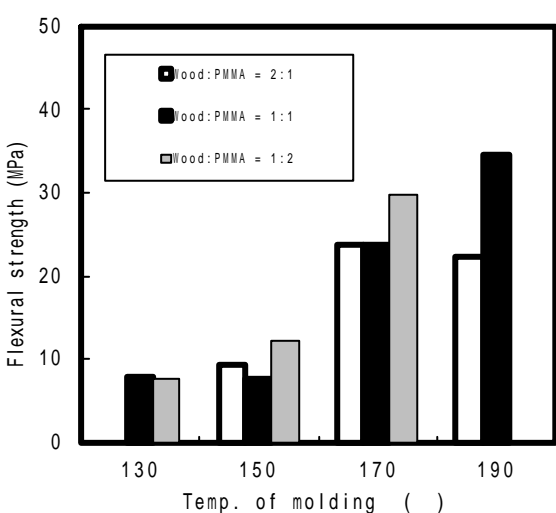


図 3 木材と PMMA 混合体曲げ強さ

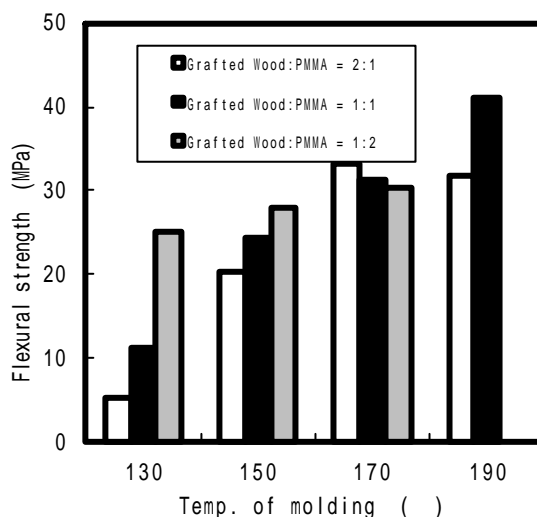


図 4 MMA グラフト木材と PMMA 混合体曲げ強さ

セリウム塩を使うグラフト重合により木質系材料の改質のほかに、反応性ポリマーエマルジョンと木材との反応による木材の改質についても検討した。反応性ポリマー

エマルジョンとして、メタクリル酸グリシジル、アクリル酸、メタクリル酸メチル、アクリル酸ブチルのサ - ファクタントフリー共重合により作成したポリマーエマルジョンを使い木材の改質を行った。木材の半量の官能性ポリマー（固形分）と反応させることにより、成形温度 130 においても曲げ強さ 40MPa を示し、木材と PMMA との単なる混合成形体の曲げ強さ 10MPa に対し、4 倍の曲げ強さを示した。官能性ポリマーの組成には最適値があり、メタクリル酸メチルの量に対し、メタクリル酸グリシジル、アクリル酸ブチルをともに 10%加えたものが低温での熱加工性、曲げ強さ、耐水性とも最高値を示した。

以上は木質系材料に木材の持っている特性を保持したまま熱加工性を与えるためにグラフト重合の手法を用いたが、グラフト重合の手法を使えば木質系材料に新たな機能を与えることができ、セルロースにグラフト重合によりアミド基やイオン性基を導入して不均一凝集剤の作成の検討を行った。セルロース骨格を残したままセルロースにアミド基を導入して、凝集沈殿物と水との分離を容易に行え、迅速に処理できる凝集剤の開発できる。セルロースへのグラフト重合によりアクリルアミドの導入を行い、原料セルロースに対し 30%のグラフト体を得られた。セルロースにアクリロニトリルを重合した後に硫酸で処理しアクリルアミド重合セルロースを得た。アクリルアミド重合セルロースを使い、カオリンの凝集ろ過試験を行い硫酸バンドと併用することで迅速にろ過できた。

本研究は、木質系材料にセルロース（パルプ）、スギ木粉を使い、化学修飾法を施して熱接着できる木材誘導体調製法の確立を目指した。具体的には Ce^{4+} によるグラフト重合、および反応性ポリマーエマルジョンと木材の反応を実施した。また、 Ce^{4+} によるグラフト重合で、セルロース系の不均一系凝集剤の開発を行った。その結果、本研究で採用したグラフト重合の手法は木質系材料に新たな性質を与える有効な方法であるという結論を得た。

審査結果の要旨

1. 論文の評価

木質系材料は、素材の内、廃棄、焼却される部分が70%にも及ぶ。本研究はこの未利用のまま処分されている資源に着目し、不均一な化学修飾という概念を導入して、有効な利用方法を見出そうと企画したものである。

結果として、木質系材料の特性を保持しながら他の物性や特性が格段に向上した構造材、機能材(剤)の、実用に耐え得る製造プロセスを確立している。

以上、この論文は工学上、工業上、また環境改善の観点からも貢献するところが大きい。工学博士号の授与に値すると考える。

本論文は、本章8と、補章3によって構成されている。

第1章は「序論」であり、本論文の研究を行うに到った背景、目的、方法の概略を述べるとともに、従来の研究に対する本研究の位置付けを行った。

木材は優れた材料であるが、素材のうち70%が廃棄・焼却されている。本研究は、木質系廃棄物に新しい機能を付与し、新しい用途を拓くことを目的とした。この目的に沿って、木質系素材の主組成物であるセルロースの分子全体を修飾せず、繊維の一部に溶解性、融解性を与え、繊維組織とその特性は保存したまま、溶媒へ分散、あるいは熱成形可能な材料に変えることを考えた。具体的な方法としては、グラフト反応が有効である。

さらに、混合による複合とは異なる物性、機能付与が可能な理由を説明し、本研究の考えに従って創生される材料の利用分野についても詳細に言及した。

第2章「パルプへのメタクリル酸メチルのグラフト重合」では、木質系材料の主組成物であるセルロース(パルプ)への、 Ce^{4+} によるメタクリル酸メチル(MMA)およびアクリル酸ブチル(BA)のグラフト重合(共重合)について検討した。その結果、両モノマとも効率良くセルロースに導入でき、共重合体の枝となる結果を得た。

第3章「木材へのメタクリル酸メチルのグラフト重合」では、 Ce^{4+} によって未処理木材にグラフト枝を導入することはできず、木材中にラジカル重合禁止物質が含まれているとの結果を得た。このためアミン、アルデヒド化合物で木材を化学処理した後にグラフト重合することを検討した。その結果、この化学処理によってラジカル重合禁止物質の作用を軽減させ、木材へのグラフト枝導入に成功した。

第4章「メタクリル酸メチルグラフト重合セルロースの特性」では、第2章に記した方法で得たセルロースのグラフト体から熱成形物を作成し、力学的な物性を測定した。130 での成形物の曲げ強さは、60Mpaあり、BAとの共重合で成形温度を下げ、かつ曲げ強さをほぼ倍増できる結果を得た。

第5章「メタクリル酸メチルグラフト木材成形体の物性」では、第3章で述べた方法で得た木材のグラフト体を熱成形し、強度・吸水性などを測定した。グラフト体で

は、混合物に比べ、曲げ強さは 30-40%大きく、吸水による寸法変化は小さくなった。熱伝導率は木材と同じであった。熱分解により、原料モノマ - を、ほぼ 100%回収することができた。

第 6 章「縮合反応による木材とメチルメタクリレ - ト誘導体の反応」では、ポリ (メチルメタクリレ - ト) 基体の反応性ポリマ - エマルジョンを合成し、木材と化学的に複合させ、その熱成形物の物性を測定した。木材と同重量のポリマ - を導入した材料は、単に混合して得た成形物に比べ、4 倍の曲げ強さを示した。さらに BA を共重合させると、低温での熱加工性が向上し、曲げ強さ、吸水性も、より改善される結果を得た。

第 7 章「セルロ - スを出発原料とした凝集剤の開発」では、グラフト重合の手法を用いて、セルロースにアクリルアミド枝を導入した不均一系の凝集剤の開発を行った。アクリルアミドのグラフト、およびアクリロニトリルのグラフトを経由する 2 調製方法を検討した。後者のプロセスで、グラフト枝を大量に導入できる結果を得た。

得られた凝集剤を用いてカオリン懸濁水処理したところ、ろ過速度は市販凝集剤を用いた場合の約 2 倍に、硫酸バンドとの併用で約 5 倍になった。

第 8 章は「結論」であり、論文全体を総括したものである。本研究で採用したグラフト重合の手法は、木質系材料に新たな性質を与える有効な方法であるとともに、得られた結果は、従来廃棄されていた木質系材料の多くの部分に付加価値を与え、実際に利用できる道を拓いたものである。

補 1 章「メタクリル酸メチル重合セルロ - スの紙への応用」では第 2 章のプロセスで得たグラフト体から作成した紙の物性について検討した。

補 2 章「グラフト反应用水のリサイクル性」では、木材へのグラフト重合において使用した水の、再利用性について検討した。

補 3 章「スギ抽出物のラジカル消去能」では、木材中の重合禁止物質の分離とラジカル消去能について検討した。

2. 審査の経緯と結果

(1) 平成13年 8 月30日 (木)

環境システムコース会議で学位論文の受理を仮決定。

(2) 平成14年 1 月28日 (月)

大学運営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。

(3) 平成14年 2 月 7 日 (木)

公開論文発表会の開催。論文審査委員会の開催。最終試験の実施。

(4) 平成14年 3 月 4 日 (月)

教授会で学位授与を可とした。

	もりかわ あきら
氏名 (本籍)	森川 彰 (岐阜県)
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	甲第5号
学位授与日	平成14年3月20日
学位授与の要件	学位規則第4条1項該当
研究科・専攻名	工学研究科 基盤工学専攻
学位論文題目	単細胞藻 <i>Phaeocystis</i> sp.を原料とした新素材開発の試み A use of polysaccharide from unicellular marine alga <i>Phaeocystis</i> sp.
論文審査委員	(主査) 高知工科大学 教授 向畑 恭男 高知工科大学 教授 福富 兀 高知工科大学 教授 榎本 恵一 高知工科大学 教授 大濱 武 高知工科大学 教授 有賀 修

内 容 の 要 旨

近年、枯渇が危惧されている石油資源を用い公害源ともなるプラスチックの代わりに多糖類を用いた生分解性プラスチックの開発が行われてきていて、デンプンを原料とした生分解性プラスチックはすでに市場に出回っている。しかし、この先いづれ起こるであろう食糧危機を考えるとデンプンのような人間の食糧となるものをプラスチック原料とするのではなく、人間の利用していない材料を用いてプラスチックを作るべきである。

そこで、周囲に多糖の層を持つ *Phaeocystis* sp.を用いて生分解性を有するプラスチック様基材を開発することを目的とし、簡単な生分解性フィルム作成のための条件と *Phaeocystis* sp.周囲の多糖の構成糖の分析を行った。さらに、混成フィルムを作る過程で得た *Phaeocystis* sp.と廃パルプの相互作用を背景として、簡易浄水剤としての検討も行った。

Phaeocystis sp.だけをテフロントレイで乾燥させたフィルムは、乾燥段階での収縮で裂けるような強度の弱いものとなった。藻に廃パルプを混ぜたところ、乾燥させた後に剥がすことも簡単になり、引張り強度の高い混成フィルムが出

来た。混成フィルムは市販のポリエチレンのフィルムと同等の引張り強度を持っていた。そこで更に混合量比や物理的な条件を変えて混成フィルムを試作した。乾燥温度では 50 度でもっとも高い引張り強度を示し、廃パルプの混合量比では全糖量換算で *Phaeocystis* sp. と等量の廃パルプを混ぜたときに高い引張り強度を示した。加熱、加圧および処理時間による引張り強度の変化では、100 、200kgf/cm²、20 分の処理でもっとも高い強度が得られた。廃パルプの代わりに新聞故紙を用いた混成フィルムでも、廃パルプと同程度の引張り強度のものを作ることができた。ホルムアルデヒドやグルタルアルデヒドで化学処理した *Phaeocystis* sp. を用いた混成フィルムは、かえって弱いものとなった。

Phaeocystis sp. 懸濁液を 0.01M 塩酸、あるいは 80 度以上に加熱すると藻体から多糖外被が外れる事が見出された。はく離した多糖は粉末にする事ができた。その粉末の成分は糖 40%、灰分 35%、水分 10%、タンパク質 4%、脂質 4% であった。灰分中の 11% がカルシウムであり、*Phaeocystis* sp. を覆っているカルシウムの殻が外被の糖とともにはく離してきたものと思われた。粉末多糖を 0.5M 塩酸で 2 時間加水分解するとほとんど単糖にまで分解されていた。この単糖はグルコース：キシロースが 1：1 であった。

フィルムは藻の多糖とパルプの絡まりによってつくられる事から、第三者を絡みとるような大きな網の役目を果たすと考えられ、簡易浄水剤としての役割に期待が持てた。陽イオン性を持たせるような化学処理を行うことで浄水剤としての開発の可能性を示す結果を得た。

審査結果の要旨

1. 論文の評価

本論文は分厚い多糖外被を持つ単細胞海藻 *Phaeocystis* sp. を原材料として色々な用途への開発の試みについて述べている。

多細胞海藻から抽出される多糖の研究・開発例は多いが、応用例がほとんど無い単細胞海藻の外被多糖に取り組みいくつかの成果を挙げた。

工業化の方向にある試作品には農業用の高性能化した敷き藁であるマルチフィルムがあり、現在使用されているポリエチレンフィルムに対する生分解性代替品として有望である。またこの多糖外被が廃パルプ、泥粒子、細菌と親和性が強いことを見だし、凝集沈殿剤としての応用面を開拓した。

研究の過程で 0.01M 塩酸酸性あるいは 80 以上の湯煎によって藻から多糖外被が剥離するという、前例の無い性状を見いだした。得られた多糖外被は粉体化出来て、定量的に研究を進められるようになり、また、化学修飾などへの道を拓いた。

粉体多糖の成分分析を行い、40%がグルコースとキシロース 1:1 からなる多糖であり、各種の酵素に対する挙動からβキシログルカンであると推定した。

残りの内灰分は 35%、水分 10%、蛋白質、脂質各 4 %であった。

海水で天日培養できる単細胞の藻は取り扱いが簡便で、さらに藻からの多糖の収穫が容易であるとする、*Phaeocystis* sp. の多糖が育林された樹木から得られるパルプ・セルロースと比肩される時が来る可能性がある。

この研究は、先行する研究者がいないため、暗中模索で開始されながら、上記のような有意義な成果が得られ、加えて今後の研究・開発のシーズを生み出した。

その間申請者は関連する多方面の資料の調査、新技術の体得に加え、論文には記載されていない negative result の試行とともに知識を深め、該当する新分野において一家言を持つ研究者となり、本論文を完成したもので、博士の学位を受けるに値する成果である。

2. 審査の経過と結果

- (1) 平成 13 年 8 月 30 日 (木)
環境システムコース会議で学位論文の受理を仮決定。
- (2) 平成 14 年 1 月 28 日 (月)
大学運営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。
- (3) 平成 14 年 2 月 7 日 (木)
公開論文発表会の開催。論文審査委員会の開催。最終試験の実施。
- (4) 平成 14 年 3 月 4 日 (月)
教授会で学位授与を可とした。

氏名 (本籍)	たにおか てつや 谷岡 哲也 (高知県)
学位の種類	博士(学術)
学位記番号	甲第6号
学位授与日	平成14年3月20日
学位授与の要件	学位規則第4条1項該当
研究科・専攻名	工学研究科 基盤工学専攻
学位論文題目	パーキンソン症候群患者の歩行リハビリテーション支援システムの研究 A Sensor-based System for Rehabilitating the Gait of Persons with Parkinsonism: Assessment, Programming, and Implementation

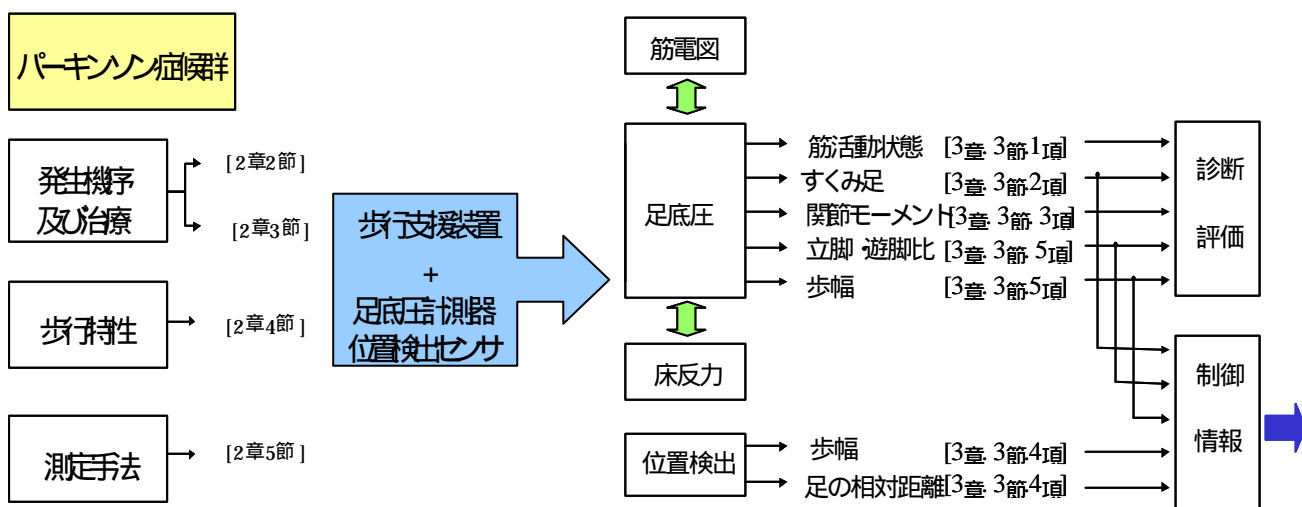
論文審査委員	(主査) 高知工科大学 教授 井上 喜雄 高知工科大学 教授 横川 明 高知工科大学 教授 篠森 敬三 高知工科大学 教授 河田 耕一 高知工科大学 教授 王 碩玉
--------	--

内 容 の 要 旨

研究目的は、パーキンソン症候群患者の歩行リハビリテーション支援システムを作成することである。第1章で、本研究の位置付けを示し、第2章で患者の歩行特性ならびに患者と支援システム間の相互作用を明らかにするために、パーキンソン症候群の発生機序および治療、その歩行特性について文献考察を行った。また、歩行特性の測定手法について文献考察を行った上で、歩行支援システムに使用可能な足底圧計測器と位置検出センサ、歩行支援システムに必要な要求機能に関する提案を行った。第3章では、提案した足底圧計測器と位置検出センサを用いて患者及び健常者で各種実験を行い、患者の歩行特性、特に「すくみ足」、「すり足」、「小股歩行」の情報を明らかにするとともに、その結果に対して工学・医学・看護学の側面から検討を行い、患者と支援システム間の相互作用を明らかにした。第4章では、歩行支援装置に足底圧計測器と位置検出センサを加えて歩行支援システムを構築し、制御アルゴリズムを作成し、健常者を被験者として実証した。第5章では、研究全体を総括し結論を述べた。以下、論文要旨を章ごとに示す。

第1章では、序論として、問題の設定を行うと共に、包括的リハビリテーションのなかでの歩行リハビリテーションの位置付けを示した。次に、患者の歩行支援システムについての関連研究について文献研究を行い、患者の「すくみ足」をリアルタイムに認識し、それらの情報を歩行支援装置の制御に活用し、また歩行機能の改善状況モニタリングに利用したり、効果判定に活用した研究は他に見当たらないことを述べ、本研究の位置付けを示した。

第2章では、まず、パーキンソン症候群の発生機序と治療について文献的考察を加えた。次に、筆者のこれまでのパーキンソン症候群に関する研究（精神分裂病治療に起因する薬物性パーキンソニズム）も加味し、精神・神経科の臨床現場で問題となっている現象について言及し、精神分裂病患者が高齢化することによって、さらにパーキンソン症候群の患者数が増加する可能性があることを述べた。また、その歩行特性について述べ、歩行障害を測定・評価できるとともに、歩行支援システムの制御に利用可能な測定手法を提案した。



第3章では、歩行支援装置、足底圧計測器、表面筋電図、位置検出センサなどを用いて、前章で提案した歩行特性の計測方法の妥当性を実験的に検証した。

足底圧計測器からの圧力情報の妥当性について、歩行時の表面筋電図から筋活動状態を測定し、足底圧計測器から得られる圧力情報との関連で、その妥当性を検討した。その結果、足底各部の圧力と被測定筋の筋放電量との間に有意な相関関係があることが明らかになった。

足底圧計測器から得られた圧力分布から、「すくみ足」に特徴的な圧力波形を特定した。また、この波形情報をコンピュータで認識可能な情報として把握する方法を提案した。

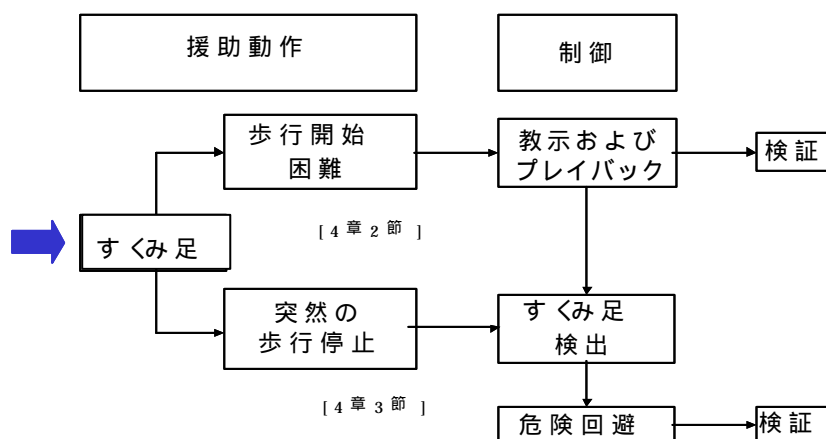
足底圧計測器を用いて、各足底圧の圧力変化から足関節の関節モーメントを推定できるかどうか検討した。正確な足関節モーメントを推定するためには、剪断力や慣性モーメントを計測する必要があるが、これらによる影響は少ないと仮定して足関節モーメント近似値を求めた。さらに足底圧の合力と足関節モーメント近似値を同時表示することで足尖離地時の推進力や歩行状況を推定可能なことを検証し、この方法が妥当であることを示した。

歩行支援装置と位置検出センサの情報から、歩行支援装置と患者の足との相対距離を計測し、転倒を未然に防止し危険回避ができることを示した。また、位置検出センサの情報から各センサの反応割合を算出し、歩行状態（通常歩行と小股歩行）を把握可能にした。

歩行支援装置と足底圧センサから得られる情報から、歩行中の歩幅をリアルタイムにモニタリングできることを示した。また、立脚相と遊脚相の時間的割合を把握・表示することで歩行状態のモニタリングも可能なことも示した。これらの情報が、診断に有効に活用できることを述べた。

以上の実験結果から、パーキンソン症候群における歩行状態を先に示した計測方法で把握可能であること。歩行支援装置に足底圧計測器、位置検出センサを加えて歩行支援システムを制御することで、歩行リハビリテーションを有効に推進可能性があることを述べた。また、本システムを用いて歩行中のリハビリテーションの効果を評価可能であることも述べた。

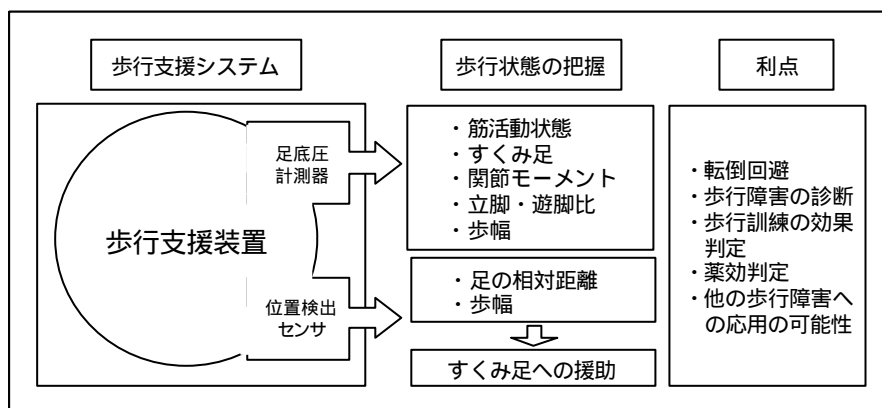
第4章では、第3章で検討した測定手法を用いて歩行支援システムを構築し、このシステムを用いて、「すくみ足」による歩行開始困難と歩行中の歩行リズムの異常に対応した制御アルゴリズムを作成し、健常者を被験者として実験を行った。



「歩行開始困難に対する支援のための制御アルゴリズム」を作成するために、実際に患者の歩行開始困難に対して、理学療法士が行っている援助動作をCCDカメラで取り込み、動作解析を行った。次に、歩行支援システムをテーチング・プレイバック方式で制御することを考え、先に行った動作解析結果を用いて、制御アルゴリズムを提案し、その結果を制御プログラムに組み込み、さらに歩行支援システムを用いて援助動作の再現が可能であるかどうかを、床反力計及び関節モーメント近似値を用いて検討した。その結果、体型の異なる被験者においてもその援助動作が有効なことが確認された。次に、「歩行時のすくみ足をモニタリングのための制御アルゴリズム」を検討した。まず足底圧計測器から得られる被験者の足底圧力情報から、被験者の歩行時の足底圧力変化をモニタリングし歩行開始を確認した後、歩行中のすくみ足を検出し、転倒回避を行うための制御アルゴリズムを提案した。次に、その結果を制御プログラムに組み込み、歩行支援システムを用いて、健常者を用いて実験的に検証し、転倒を回避することが可能なことを検証した。

以上の実験結果から、歩行支援装置に足底圧計測器、位置検出センサを加えてコンピュータで制御することで、患者の歩行リハビリテーション支援システムを構築することが可能なことを実証した。

第5章では、4章までの一連の研究内容について全体を通して整理し総括し、結論を述べた。



まず、歩行状態を把握する観点から述べると、足底圧計測器による、筋の活動状態を推定、「すくみ足」の検出、足関節モーメント近似値の測定を可能にした。特に、足底圧力波形の合力と足関節モーメントの近似値波形を表示確認することで、「すくみ足」や「すり足」のような推進力のない歩行状態を定量的に評価にした。また、足底圧の情報から立脚：遊脚比を判定可能なことや足底圧計測器と歩行支援装置のモータからの情報を用いて、歩幅を検出できるようにしたことで、患者の歩行状態を数量的に確認できるようにした。したがって、これ

らの利点としては、転倒回避、歩行障害の診断、リハビリテーション効果判定、パーキンソン治療薬の薬効判定にも利用できる。

次に、位置検出センサを付加したことで、通常歩行と小股歩行が推定できる。また、歩行支援装置と患者との足の相対距離を測ることができ、その距離が一定以上に離れると歩行支援装置は停止することが可能である。したがって、歩行状態を把握可能であり、かつ転倒を未然に防ぐことが可能である。

さらに、教示とプレイバックによる制御アルゴリズムを開発することによって、患者が理学療法士と共に歩行訓練を行った際の理学療法士の動きを撮影した画像を取り込んで記憶し、これに基づいて歩行支援装置の車輪の駆動を制御するので、患者が理学療法士と共に歩行訓練を行った際の理学療法士の動きを確実に再現して歩行支援装置を走行させることが可能となる。このことによって、患者は理学療法士によって導かれるのと同様に歩行支援装置に導かれることとなり、歩行開始時のすくみ足現象を生じることなく、連続的に安定して歩行することが可能となる。これは、患者のすくみ足による歩行開始困難に対する対策として有効である。

また、歩行中の「すくみ足」による、転倒に至る可能性のある歩行状態を足底圧計測器の圧力情報から判定し、歩行支援装置を停止する制御アルゴリズムも実証した。したがって、患者がある程度自立して歩行リハビリテーションを行うことを可能にしたといえる。これらの機能を有する歩行支援リハビリテーションシステムを患者が使用することで、患者が自ら安全に歩行訓練を行うための一助となる。

患者に対する歩行訓練直後の効果として、先行研究では膝伸展筋出力が増加することが明らかにされている。本システムを用いて、連続的な歩行障害のための歩行訓練を行うことで、筋出力を増強させることによって症状の進行を防止するために寄与する。さらに、自分で行動できる範囲が広がることによって、さらなる回復への「達成動機」を与えることなどの積極的な意味がある。このことはパーキンソン症候群に起因する二次的な廃用性症候群の症状の進行を遅らせることになり、寝たきりの状態を作らないことに大きく寄与する。将来、このようなシステムを患者が使用することで、患者は歩行能力の改善をすることができ、さらに日常生活行動を大きく拡大することができる。その結果として、生活の質の向上に寄与する。

本研究で得た歩行分析手段と、制御アルゴリズムの作成方法は、脳の障害に起因する歩行障害である、片麻痺、脳性麻痺、小脳変性などの歩行機能障害にも利用可能である。

今後は、更に工学・医学・看護学の専門家が学際的な連携研究を推進することで、臨床現場で実践している歩行援助プログラムに合わせた、きめ細かな制御アルゴリズムを作成でき、パーキンソン症候群患者以外の歩行障害にも応用可能である。

審査結果の要旨

1. 論文の評価

1. 研究プロセスおよび研究内容

学位申請者は、入学以前に、精神看護学の分野での臨床経験、研究経験を積んで来ていたが、医学・看護学の分野からのアプローチだけでは解決しない問題に直面し、これからは医学と工学の連携が必要と考え、本学博士後期課程にて境界領域の研究を推進した。テーマとして申請者が以前から取り組みたいと考えていたパーキンソン症候群患者の歩行リハビリテーション(以下リハビリ)を取り上げ、まず、医学・看護学の立場から問題を整理し、境界領域の研究によって解決できる可能性があるかどうかの検討を行っている。パーキンソン患者が歩行訓練を行う場合には、パーキンソン病特有の問題のために転倒の危険性が大きく、理学療法士が常についている必要があることがリハビリ推進のネックになっている。検討の結果、特有の歩行現象をリアルタイムで把握する方法を生み出すことができれば、理学療法士の付き添い無しでリハビリを推進することが可能なシステム(一種のロボット)を提案できる可能性があることを見出している。(2章)

一方、現状の計測技術では、限られた条件下で大規模で高価な計測装置を組み合わせることで詳細な分析を行い歩行特性を把握する方法や、患者への大きい負担を伴って筋肉の活動状態を計測する方法などが報告されているものの、それらを通常の訓練時に、またリアルタイムでの把握に応用することは困難である。このような問題に対して、病理学的理解と臨床経験による医学・看護学としての考え方に、歩行現象の力学的検討、逆問題としての同定技術、信号処理技術などの工学的な考え方を融合して検討した結果、リアルタイムで、かつ簡便に、また患者への負担もかけずにパーキンソン患者特有の歩行現象を把握する方法、患者の筋肉の活動状態を近似的に推定する方法などの画期的な方法を提案し、臨床実験を行い、その有用性を確認している。また、このシステムはパーキンソン患者以外への応用が可能で、さらに、患者のリハビリの進捗度やリハビリ上の問題点の把握にも非常に有効な情報が得られるなど発展性を有していることも示されている。(3章)

上述の成果ならびに、理学療法士のパーキンソン患者への支援動作を工学的に分析した結果を反映させた制御方法を創出し、それを支援システムの実験機に組み込み、臨床実験を行い、そのシステムが非常に有効であり、患者の自立したリハビリを支援できることを確認している。(4章)

以上の研究プロセスを通して、申請者は、医療、看護と工学の融合により特徴のある問題設定を行い画期的な技術を生み出しており、境界領域での問題設定能力、研究遂行能力とも申し分ないと評価した。また、今後も、このような境界領域において、新たな創造的な研究成果を継続して生み出すための芽もすでいくつか出はじめており、今後の活躍が大いに期待できるものと判断した。

2. 予備審査での指摘事項に対する対応の評価

予備審査では、研究全般については高い評価を得たが、同定・評価方法のなかで力学的相互作用をより定量的に把握できないかというコメントを受けた。それらについては、その後の研究により実行され、結果的には、同定・評価技術がより洗練されたものとなっている。

3. 公聴会でのコメントのまとめ

医学的バックグラウンドに関する質問や同定方法の詳細に関する質問などを多数うけたが、質問者が十分納得する回答を行った。技術の波及効果などに関する前向きなコメントはあったが、論文に問題ありという指摘は全くなかった。

4. 専門分野における評価

専門分野での客観的評価に関する情報を以下に示す。

- ・リハビリテーション分野の重鎮で工学分野にも造詣が深い教授から、3章の成果の一つである同定技術を是非使用させて欲しいという申し出を受けるなどの高い評価を得ている。

- ・申請者は、次年度から徳島大学医学部に新設された保健学科の助教授として赴任することが内定している。新しい学科であるために設置審での審査をうけて、研究者、教育者としてふさわしいとの判定を得ている。ここでは、工学との技術の融合を推進できる看護学の研究者、教育者として期待されている。また、徳島大赴任後も本学と境界領域での共同研究を継続する予定であり、さらなる成果が期待できる。

- ・研究業績として、本研究に直接関係するものは、掲載済みのものおよびアクセプトされたものが、学術論文2編、国際会議1件、特許1件である。また、現在照会中の学術論文がもう1編あり、間に合わなかったが、アクセプトされる可能性は十分高いと考えられる。さらに、論文、特許とも予備審査後の実施内容を追加でまとめる予定である。また、在学中の国内の講演論文は9編であり、本研究とは直接関係のないものも含めると学術論文11編、著書4件、国際会議2件、その他(紀要など)4編である。

以上のように、専門分野における評価、将来性とも十分高いと評価できる。

5. 国際コミュニケーション能力

職場の上司が米国人で、常に英語でコミュニケーションを行っており、英語力は非常に高い。

6. 人間性、向上心、研究推進力

人間として信頼感があることから、多くの協力者に恵まれている。例えば、臨床実験を実施する場合に、病院院長や患者が申請者のためならよろこんで協力をしてくれる。また、職場の同僚や先輩らとも、共同で新しいテーマを発掘するなどの積極的な研究活動が目立つとともに、共同研究者からの信頼も厚い。

7. 審査委員会としての結論

上記の点について議論をつくした結果、申請者は、研究レベル、将来性、人間性、国際コミュニケーション能力のいずれも優れており、今後、博士として大いに活躍できる人材であると評価した。最後に、審査員による無記名での投票を実施した結果、全員一致で合格という判定を得た。

2. 審査の経緯と結果

- (1) 平成 14 年 1 月 10 日 (木)
知能機械コース会議で学位論文の受理を仮決定。
- (2) 平成 14 年 1 月 28 日 (月)
大学運営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。
- (3) 平成 14 年 2 月 7 日 (木)
公開論文発表会の開催。論文審査委員会の開催。最終試験の実施。
- (4) 平成 14 年 3 月 4 日 (月)
教授会で学位授与を可とした。

氏名（本籍）	つちや しんごろう 土屋 新五郎（東京都）
学位の種類	博士(学術)
学位記番号	甲第7号
学位授与日	平成14年3月20日
学位授与の要件	学位規則第4条1項該当
研究科・専攻名	工学研究科 基盤工学専攻
学位論文題目	技術移転における「移転される技術量」の計量方法の研究 Estimation of “ Quantity of Technology ” in the Technology Transfer
論文審査委員	(主査) 高知工科大学 教授 長尾 高明 高知工科大学 教授 加納 剛太 高知工科大学 学長 岡村 甫 高知工科大学 教授 宮沢 和男 工学院大学 教授 畑村 洋太郎

内容の要旨

本研究は、昨今の政府間援助のような大きいプロジェクトなどの企画において、従来十分に考慮されずに来た「技術」を計量することにより、企画をより正確に取り扱い、金額をより正確に見積もる必要性から手掛けられたものである。

本研究は5章からなる。

第1章は「技術」という言葉の検討にあてられている。

技術を経済学的に扱う際使われる“技術の定義”は、「技術とは労働手段の体系である。」というものである。労働手段とは、価値を生み出す人間の行為、即ち労働に際して必要となる手段のことで、具体的には道具や機械のことを言っている。

労働手段の体系とは、機械や道具の合理的（労働の目的に適った）組合せのことである。この定義の示すところは、「技術は労働手段の体系、すなわち合理的に選択された一組の道具や機械の組合せにより指定でき」、「技術を指定するには、これらの一組の道具や機械以外に余分な要素は必要ない」と言っている。

本論の立場の特徴は、次の2点である。

技術に関わる、意欲以外の人間精神活動は「メモリーとアルゴリズム」で記述でき、この部分を製品に追加すれば技術は人間から独立に存在しうる（理想的な技術は純粋にものである）という認識。

技術は、概念を代表する労働手段や過程で示さなくても、そこに係わる製品を全て寄せ集めれば、示せる。そこに示される製品の集合が技術の全てであり、技術の価値や量は、製品集合の価値や量である。
その上で、機械化率という概念を導入し、これを軸に議論を進めている。

第2章では技術評価基準としてエントロピーを用いることの当否を検討している。その上で、エントロピーを若干モディファイし、工数で表記している。
これにより技術量を量る尺度は「工数による」と決定している。

第3章は技術移転プロジェクトの計量法の導出に当てられている。

まず、「技術を補完するために必要な労働工数」の意味をまとめている。

技術移転で移転するのは、「技術」と「技術開発能力」の二つである。

移転対象である「技術」は、本来製品の集まりであり、人手に依存しない。経済性から、一部の製品（主としてメモリーとアルゴリズムで示すことができる精神機能を代替するもの）は、人手に頼る方が安価であり製品化されていない。

「理想的な独立した技術：人手に依存しない技術」が現実には存在しないため、現実の「技術」の製品部分と人手の関係から「機械化率」を推定して、そこから「理想的な独立した技術量」及び「技術補完に必要な労働工数」を求める。

その上で、次のことを規定している。

機械化率の推定

モノとして実現されている部分の計量

理想的技術量の推定

人に依存し、モノとして実現されていない部分の計量（＝技術補完に必要な教育量）

教育への投入・産出の計量と技術補完に必要な教育量の比較

さらに技術移転の効果分析をおこなっている。

第4章は技術協力プロジェクトのケーススタディの一つとして「マレーシア A I システム開発ラボラトリ プロジェクト」を取り上げている。

ここで検討されたのは、次の各項目である。

- 1) 移転された技術量の計量
- 2) モノとして移転できなかった分の計量
- 3) 教育による補填量
- 4) 創造性教育（技術開発力の移転）
- 5) 技術連関上の意味づけ

マレーシア A I システム開発ラボラトリ プロジェクトの概要

本プロジェクトは、人工知能技術（Artificial Intelligence）の一分野である Expert System 開発技術をマレーシアに移転しようというものである。

技術移転を達成するためにシステム開発を行い、その間に O J T (On the Job Training) により技術開発能力を移転した。

開発されたエキスパート・システム（試験モデルを含む）は分析・診断型システム、相談・分析型システム、旅行計画 相談・作成システム、設計型シス

テム、計画型システムなど総計23システムにわたる。

技術移転量計量に必用な情報処理産業の「機械化率」推定が行われ、本件では機械化率 0.3 が採用された。

「理想的な独立した技術量」は、13億9300万円、「ものとして移転できなかった技術量」は9億7500万円となった。「ものとして移転できなかった技術量」に相当する工数は、日本国内の製造業平均賃金を用いて、139人・年となった。本分析の結果、カウンターパートの教育訓練に必要な機材の1.7倍が供与されていたことがわかった。

第5章 は技術協力案件のケーススタディその2として、「マレーシア国SIRIM計量センターフェーズ プロジェクト」を取り上げている。

マレーシア国SIRIM計量センターフェーズ プロジェクトの概要

SIRIM計量センターは1981年から4年間実施されたJICAプロジェクト方式技術協力(計量センター フェーズ プロジェクト)によって設立されたもので、今回計量標準提供のレベルアップを図るためにフェーズ プロジェクトが実施された。

フェーズ プロジェクトは、マレーシア工業化の進展に見合った計量標準の高精度化と新たな標準の導入を目的に、「長さ」、「電気」、「圧力」、「振動」に係わる計量技術の移転を行った。

技術移転量の見積もりとして計量サービス産業の機械化率推定がおこなわれたが、ここでの機械化率推定値としては、製造業の最大値である0.5を充てた。理想的な独立した技術量の見積もりは、「ものとして移転された技術量」としては、日本からの機材供与総額：3億5250万円及びマレーシア側負担の機材費・メンテナンス費用等1億7000万円の総計5億2000万円を充てている。「理想的な独立した技術量」としては、10億4000万円となる。

「ものとして移転できなかった技術量」は、「理想的な独立した技術量」と「ものとして移転された技術量」の差額として5億2000万円となる。

これに相当するオペレーターとして必要な工数は、74.3人・年である。

「教育成果」としては、教育・訓練を受けたカウンターパート人員を累積して、66.5人・年となる。「教育に必要な投入量」に係わって日本側から提供された投入量は、長期専門家22人・年と短期専門家25人×1.2ヶ月 2.5人・年である。また、「教育成果」が「技術補完に必要な労働工数」より大きいという条件が満たされているかということ、「技術補完に必要な労働工数」は74.3人・年乃至111.4人・年であることから充足率は90%乃至60%で、この条件は満たされていない。

以上により、本論で示した「技術補完に必要な労働工数」見積もり法は、経験的に求められたカウンターパート数と一致性が高く、有効な方法であることが判明した。

審査結果の要旨

1. 論文の評価

本論文は、政府間援助のような大きいプロジェクトなどの企画において、従来十分に考慮されずに来た「技術」を計量することにより、企画をより正確に取り扱い、金額をより精確に見積もることを目的としている。

本論文は5章からなる。

第1章は「技術」という言葉の検討にあてられている。

第2章では技術評価基準として、エントロピーを若干モディファイした工数で表記し、技術量を量る尺度は「工数による」のが妥当と結論している。

第3章は技術移転プロジェクトの計量法の導出に当てられている。まず、「技術を補完するために必要な労働工数」の意味をまとめ、その上で、現実の「技術」の製品部分と人手の関係から「機械化率」を推定して、そこから「理想的な独立した技術量」及び「技術補完に必要な労働工数」を求めている。さらに技術移転の効果分析をおこなっている。

第4章は技術協力プロジェクトのケーススタディの一つとして「マレーシアA Iシステム開発ラボラトリ プロジェクト」を取り上げている。

第5章は技術協力案件のケーススタディその2として、「マレーシア国S I R I M計量センターフェーズ プロジェクト」を取り上げている。

これらの検討を通じて、実際に技術移転において、計画の合理性、結果の妥当性の判断ができることを示している。以上により、本論で示した「技術補完に必要な労働工数」見積もり法は有効な方法であることが判明したとしている。

これを要するに、本論文は技術協力企画に必須の方法を提供するものであり、開発途上国における産業の発展や起業にとって役立つものと認められる。よって著者は学術博士の学位を授与されるに値すると認められる。

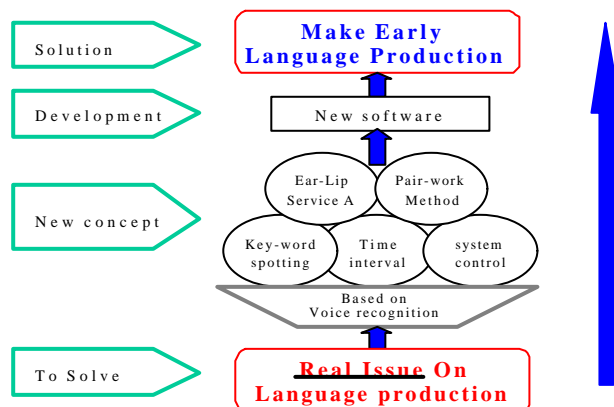
2. 審査の経過と結果

- (1) 平成14年1月7日(月)
起業家コース会議で学位論文の受理を仮決定。
- (2) 平成14年1月28日(水)
大学運営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。
- (3) 平成14年2月7日(木)
公開論文発表会の開催。論文審査委員会の開催。
- (4) 平成14年2月12日(火)
起業家コース会議で最終試験の実施。
- (5) 平成14年3月4日(月)
教授会で学位授与を可とした。

氏名(本籍)	とけいえい 杜桂荣(中国)
学位の種類	博士(学術)
学位記番号	甲第8号
学位授与日	平成14年3月20日
学位授与の要件	学位規則第4条1項該当
研究科・専攻名	工学研究科 基盤工学専攻
学位論文題目	Development of New Software For Communicative Skills in Foreign Language Learning Based on Voice Recognition Technology
論文審査委員	(主査)高知工科大学 教授 加納 剛太 高知工科大学 副学長 水野 博之 高知工科大学 教授 前田 昇 高知工科大学 教授 Ruck Thawonmas 高知工科大学 教授 宮沢 和男

内容の要旨

Conceptual Drawing of This Study



The purpose of this paper is to develop a new foreign language learning software based on the presently existing hardware technology of voice recognition to solve the problem of late production or no production in language education.

Original points of the present research are summarized in the following

1. Real issues on language production
2. Basic design concept
3. Ear-Lip Service approach
4. Pair-work methodology
5. Software implementation.
6. Application to business

1. Real issue on language production

According to some estimates, Japanese spent as much as thirty billion U.S. dollars each year on English language education. However, the exact reason that causes low language production is seldom explored. In this study, the author, for the first time, made an experimental study on learners' both language input and output ability and the real issue was found out that the lack of oral practice of the target language is responsible for the low language production. Therefore, the author concluded that the training of lip flexibility becomes extremely important for language production.

2. Basic design concept

Recent progress in voice recognition technology is remarkable in word processing, document dictating, translating and so on. The use of these technologies for language learning system is also of interest. However, such progress of the hardware technology contributes only to "complete language", namely, "native speaker's language". It can be much more practical if it can be used for non-native speakers. Therefore, in this study, three techniques were proposed to meet the requirement for non-native speakers language education.

- (1) System controlled systematic learning

- (2) Time interval control
- (3) Key-word spotting technique

3. Ear-Lip Service approach

This approach is to bridge the existing two approaches: comprehension-based approach and production-based approach. The former one emphasizes listening comprehension at the belief that language production emerges when enough input is acquired. The later one, on the contrary, begins with the teacher being silent while reinforcing verbal output from the learners. As a result, late production or no production emerges by the former approach; Similarly, learners are not able to produce without a solid training of how to make production in the later approach. Hence, this new approach, ELSA, was proposed to establish a new language learning model. As the name suggests, it focuses on ear and lip training through a series of learning activities.

4. Pair-work methodology

The author proposed an information based pair-work methodology (learner+learner), which was proved to be the best way in increasing learners opportunities to use the target language in the limited period of class time, especially the pairs with different personalities made the most production than others.

5. Software implementation

This software design is completed based on the voice recognition technology and the new design concepts(system control, time interval and key-word spotting). The Ear-Lip Service approach and the pair-work methodology are also used in the design of learning activities.

The development of the software is a mixture of the approximation methodology and algorithm programming for the discovery of artificial intelligence: dialog between learner and machine. Based on the design concepts, three creative techniques complete an appropriate system for foreign language learning.

Systematic learning

Like the study in the real language classroom, this system acts as a tutor to guide learners to complete the learning tasks by an activated command button.

Natural dialog patterns

This is for the case of the delaying of computer processing and the non-real time dialog between man and machines by time interval control.

Open dialog system

Multiple paths are prepared for the open dialog system based on key-word spotting to avoid low accuracy of voice recognition for non-native speakers.

The systematic and the open response dialog system were completed based on an experimental study on a current software and evaluated with the computer assisted language learning evaluations.

6. Application to business

This software will be used in the English immersion school the author has been planning. This software can help students reach the ultimate goal of communication in much shorter time, so that much can be saved on hiring native language teachers.

It is concluded in this research that the systematic, the natural dialog patterns and the open response dialog system, the newly proposed Ear-Lip Service approach and pair-work methodology, present a distinct challenge for a much more flexible conversation between computer and man, which starts a new orientation for foreign language learning and a new business model inside business.

Chapter One The first chapter offers literature reviews of current research on voice recognition assisted language learning and sets up goals for this study.

Chapter Two In chapter two, the present issues on foreign language learning were explored, which orientate the design of the software.

Chapter Three The basic concepts of the development of software are put

forward.

Chapter Four This chapter briefly reviews some of the present language learning approaches, and a new approach: Ear-Lip Service approach, was proposed.

Chapter Five Pair-work methodology was proposed, based on which and the Ear-Lip Service approach, an experimental study in the language classroom was carried out.

Chapter Six This chapter is contributed to the development of the software based on voice recognition technology.

Chapter Seven How to apply this software in the business is discussed.

Chapter Eight and Chapter Nine These two chapters are devoted to the summary and the conclusion of this study. The limitation of this study is also mentioned.

審査結果の要旨

1. 論文の評価

本研究は、既存の音声認識技術をベースに外国人のための英語会話学習ソフトを開発したものである。このソフトは、独創性ある新しいコンセプトの導入により、実用性を高めたところに特徴がある。多くの実験結果から現実的な課題を抽出し、これを解くための論理的思考を展開して、アルゴリズムを開発した。実験による検証を繰り返しながら構築を進めた。これらの点は高く評価できる。

初期に意図した機能は十分にその目的を達成しており、オリジナリティと構想力も従来既存技術のレベルを充分越えるものとして評価できる。

更なる完成度の向上、実際の事業としての活用による効果の実証など今後の研究課題も多く指摘される。特に、音声認識のハード技術の高制度化との融合もアプローチしていく必要がある。

審査員による審査結果は合格とする。

2. 審査の経過と結果

(1) 平成 14 年 1 月 7 日 (月)

起業家コース会議で学位論文の受理を仮決定。

(2) 平成 14 年 1 月 28 日 (月)

大学運営委員会で学位論文の受理を決定。5 名がその審査委員として指名された。

(3) 平成 14 年 2 月 7 日 (木)

公開論文発表会の開催。論文審査委員会の開催。

(4) 平成 14 年 2 月 12 日 (火)

起業家コース会議で最終試験の実施。

(5) 平成 14 年 3 月 4 日 (月)

教授会で学位授与を可とした。

氏名（本籍）	ふくどめ ゆたか 福留 豊（高知県）
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	甲第9号
学位授与日	平成14年3月20日
学位授与の要件	学位規則第4条1項該当
研究科・専攻名	工学研究科 基盤工学専攻
学位論文題目	食品廃棄物を利用したバイオガス発電システムの事業化 持続的発展が可能な循環型社会の実現に向けて Business of Biogas Power Generation System Utilizing Food Waste as Fuel A Step towards the Realization of an Ecologically Sustainable Society
論文審査委員	(主査) 高知工科大学 教授 馬場 敬三 高知工科大学 教授 有賀 修 大阪大学 教授 濱口 智尋 高知工科大学 教授 小林 和彦 高知工科大学 教授 宮沢 和男

内容の要旨

現在、食品廃棄物は日本全体で年間約2,000万トン排出され、そのほとんどはリサイクルされることなく焼却・埋立されている。その結果、ダイオキシンの発生等、環境問題の原因になっているだけでなく、最終処分場の逼迫、自治体の財政負担の増大といった問題も指摘されている。このような状況の中で、『食品リサイクル法』が平成13年5月に施行され、食品関連事業者に5年間で20%の食品廃棄物を削減することが義務づけられた。このことは、食品関連事業者にとってはコストの負担増になるものの、他方では新たなビジネスチャンスを生み出すものと期待されている。

本研究は、食品リサイクル法のもとで、高含水率で腐敗性が高い食品廃棄物の特性を活かしたリサイクル事業を確立することによって、上記の諸問題の解決を図り、循環型社会の実現に向けた一つの手段を提示することを目的として行ったものである。

本論文は、研究の背景、目的、意義等を述べた序章に続き、第1部「事業化推進戦略の策定」、第2部「事業化推進策の展開」、第3部「事業実施計画の評

価と課題」、第4部「環境経済学的観点からの考察」、第5部「成果と展望」の5部から構成される。

第1部では、「食品廃棄物の資源価値」、「食品廃棄物のリサイクル技術」、「食品廃棄物のリサイクル事業環境」、「事業のKFS (= Key Factor for Success)」について調査・分析し、次の点が明らかされた。

- (1) 事業系の食品廃棄物は、一定の品質（異物混入が少ないこと）で有用物（有機物質）を含み、一定量を安定的に確保でき、リサイクル製品（電気）には需要面での問題がないことから、エネルギー資源としての利用価値が高い。
- (2) 食品廃棄物のエネルギー資源としての利用技術には、「メタン発酵」、「バイオガス発電」、「メタン発酵残渣のコンポスト化」を組み合わせたシステムが最適である。
- (3) 外部環境分析の結果から、事業成功の要因（KFS）は重要度の高いものから順に次のようになる。

KFS：設備費 用地代 製品品質 製品需要 環境負荷 ランニングコスト 保守費

- (4) バイオガス発電事業では、事業戦略としては設備費の抑制が最重要である。

第2部では、第1部の結果を受けて、具体的に事業を推進するための方策を検討し、次の各事項が決定され一部実施された。

- (1) 事業主体の適格条件を示し、それに適うK社（筆者の所属会社）が事業主体になり、事業会社「Kテクノサービス」を設立すること（この結果、地域産業の振興に寄与する）。
- (2) Kテクノサービスが最初に手がける案件として、高知市内で次のプロジェクトに取り組むこと。
＜実施プロジェクト＞スーパー等の量販店から排出する食品廃棄物を対象としたバイオガス発電事業（処理量 10 t / 日）。電気は公共施設に供給。
- (3) 関係組織からなる事業のスキームを構築すること。

第3部では、具体的なプロジェクトの実施計画を行い、その事業性を主に経済性の面から評価・検討し、次の結果が得られた。

- (1) 下記の条件で事業が経済的に成り立つ。
食品廃棄物の処理量：10 t / 日（標準条件）
収集処理単価：17,000 円 / t 以上（食品廃棄物発生業者から徴収）
売電単価：公共施設の電力会社からの購買単価に同じ
（ただし、補助率 50% の場合）
- (2) 標準条件（処理量：10 t / 日、収集処理単価：20,000 円 / t）の場合、事業成

立のための最低補助率は30%であること。

第4部では、食品廃棄物の処理・再資源化事業におけるいくつかの重要事項を取り上げて、環境経済学的な観点から検討された。その結果、高知市の行っている現状処理のトータルコストを約半分に削減でき、高知市の負担を現状の40,030円/tから、ほぼ“ゼロ”近くまで引き下げることが可能であることが示された。

第5部では、本研究のまとめとして、事業が経済性以外の資源保全性、環境保全性などの観点も含め次のように評価された。

(1) 資源保全

本研究で取り上げたプロジェクトは処理量が10t/日で小規模ではあるが、それでも食品廃棄物1トン当たり140kwhの売電が可能であり、これに相当する分だけ化石燃料が節約できる。このことから、本事業は確実にエネルギー資源の保全、多様化に貢献する。

(2) 環境保全

現行の焼却処理に比べて、本事業で採用したシステムでは、ダイオキシンなどの有害物質の排出はない。硫化水素やアンモニアは工程内で発生するが、それらは無害なレベルまで除去されるので問題はない。二酸化炭素もメタン発酵の過程で発生するが、その量は化石燃料の使用によって放出される二酸化炭素とは比較にならない程度に少ないものと思われる。

こうした点から考えて、本事業は環境保全の点でもその期待に応え得るものである。

以上の各観点からの評価を総合して、本事業は循環型社会を構築するための一つ的手段となることが期待される。

研究の成果は次のように結論される。

食品廃棄物を利用するバイオガス発電事業には事業性がある。

同事業によって、食品廃棄物処理のトータルコストを自治体による現行の処理法（焼却）に比べて大幅に削減でき、自治体の財政負担を大幅に軽減することができる。

同事業は地域産業の振興に寄与する。

同事業は循環型社会構築の一つの手段となる。

なお、事業化に際し、課題としてステークホルダーへの対応があげられる。すなわち、主なものは、次の2点である。

既存廃棄物収集業者の既得権の取り扱い

施設の設置地域周辺の住民に対する事業説明と了解を得ること
しかし、これらはいずれも事業会社が単独で対応することはできない。自治
体主導での解決が必要とされる。

審査結果の要旨

1. 論文の評価

本論文は食品量販店等が排出する食品廃棄物の処理を合理的に行うことを目的とし、同時に、この方式による新規事業を推進することによって、高知の唯一の主要産業である機械産業の市場の拡大を狙っている。

高知は従来、公共工事の依存度が高い。その上、唯一の主要工業である機械産業も建設機械の生産に依存している。この状況は、昨今の行政改革による公共工事の見直し、バブル期の過大建設投資の後遺症による建設市場の収縮等あり、極めて厳しい。当研究は脱建設を図る地方中小企業の生き残りをかけたものである。

主題は所謂、グリーン・ベンチャーに属するもので、廃棄物の処理を効率的に行い、同時に発生するエネルギーを効果的に作ろうとするものである。この廃棄物処理は現在施行されつつある「食品廃棄物処理法」の猶予期間 5 年明けを見通したものである。

現在は量販店等の環境が厳しく、この種の事業に必ずしも積極的ではない。しかし、猶予期間が切れれば実施せざるを得ないものである。さらに、その場合には公的コストの低減化を図り、地方公共団体の負担の軽減を意図するものである。

事業の推進のために、新事業会社を設立して、事業家に意欲的に取り組み、高知市を始めとする関係公共機関と具体的に事業家の話をすすめている。MIT の Slone School of Management の Senior Lecture が昨年、当学で Seminar を行ったが、これから日本で有望な事業はバイオと環境ビジネスだと予測していた。ハイテク産業は意外と市場が小さく、競争が熾烈だと言う。本研究が対象とするものは、そのビジネスユニットは大小さまざま、市場が多岐にわたるのが有利だといえよう。

2. 審査の経緯と結果

- (1) 平成 14 年 1 月 7 日 (月)
起業家コース会議で学位論文の受理を仮決定。
- (2) 平成 14 年 1 月 28 日 (月)
大学運営委員会で学位論文の受理を決定し、5 名がその審査員として指名された。
- (3) 平成 14 年 2 月 7 日 (木)
公開論文発表会の開催。論文審査委員会の開催。
- (4) 平成 14 年 2 月 12 日 (火)
起業家コース会議で最終試験の実施。
- (5) 平成 14 年 3 月 4 日 (月)
教授会で学位授与を可とした。

	もりた たつお
氏名 (本籍)	森田 達夫 (兵庫県)
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	甲第10号
学位授与日	平成14年3月20日
学位授与の要件	学位規則第4条1項該当
研究科・専攻名	工学研究科 基盤工学専攻
学位論文題目	半導体薄膜形成のためのリモート・ライン・ソース プラズマCVD装置の開発およびそれに基づく起業実 践 Development of Remote-Line-Source Plasma CVD Apparatus for Semiconductor Thin Films and Creation of New Business by Using Related Technologies
論文審査委員	(主査) 高知工科大学 教授 加納 剛太 大阪大学 教授 濱口 智尋 高知工科大学 教授 馬場 敬三 高知工科大学 教授 宮沢 和男 高知工科大学 教授 河東田 隆

内容の要旨

本論文は著者が大学で受けた学術的基礎知識と社会人として蓄積した実践経験を基に、本学、高知工科大学大学院博士課程起業家コースにおいて行った研究をまとめたものである。本テーマに関し、これまでのベースに新しい知識と学識を加えると伴に、起業家コースの基本理念である起業実践の視野に立ち、学究的研究を深耕させ、総括的にその成果をまとめたものである。

半導体薄膜形成および界面制御に関する基礎研究成果を起業実践の理念の基にまとめたものを第1編とし、その成果を基礎とし、起業実践のための経営的研究成果を第2編としてまとめたものである。

第1編ではまず第1章で薄膜物性制御の電子デバイス作製における重要性を概観した。第2章では薄膜界面制御に関する物性的研究を、結晶成長、格子欠陥形成、および界面電子エネルギー準位の観点から行い、CVDおよび固相変態による結晶成長時における内部応力の影響を明確にし、ヘテロエピタキシャル

成長時に界面に形成される不整合転位が貫通転位へと変化する新モデルを提案した。さらに SiO₂ と多結晶 Si 界面の界面準位低減に関してリモートプラズマ CVD 法による SiO₂ 膜の形成に優れている事を明示した。続いてその成果を電子デバイスとして活かすために低温プロセスポリシリコン TFT プロセスを開発し、従来にない、高信頼性 TFT の作製に成功した。この基礎研究の成果として、1 次元的結晶成長と大面積への成膜対応可能なラインソースリモートプラズマ CVD 装置の着想を得た。第 3 章では第 2 章で得た概念に基づき、薄膜形成および界面制御のための大型プラズマ反応装置に関する研究を行い、誘導結合励起および電磁波結合励起による高密度ラインソース型リモートプラズマ CVD 装置を開発した。これは現在の液晶ディスプレイに代表される平面ディスプレイ開発からの要請を意図したものであり大型ガラス基板の使用を可能とするものである。

第 2 編では第 1 編に示した成果を実用化し、起業に結実させるべく、まず第 1 章で薄膜デバイスのディスプレイ産業における位置付けを明確化し、低温ポリシリコン TFT の今後における重要性を明らかにするとともに、第 1 編での研究成果であるリモートプラズマラインソース CVD に期待される役割を明示した。第 2 章でそのディスプレイ産業の現在転換期にあることを明示し、バルキーな CRT から LCD へ、そしてさらに新しい平面ディスプレイへと技術開発が進んでいることを示した。そこには LCD が育んだ低温ポリシリコン TFT 技術が新しい有機 EL 平面ディスプレイの実用化を加速しているという分岐発展型展開のあることも指摘した。さらに成熟期にある CRT と安定成長期にある LCD の事業形態を研究しそれらの展開について論じた。そのことにより産業内部のおこりつつある変化を確実に捕らえることができた。環境の変化は新しい生き物を創り出す。産業環境の変化は起業にとってチャンスである。

第 3 章で本研究の集大成である株式会社をクリスタージュの発足を示した。基本戦略は国際的スタートアップであり、台湾の液晶メーカーとの協業にその基礎を置いている。該メーカーにはリモートプラズマ法や、低温ポリシリコン TFT プロセスや反射型液晶セルなどの技術を提供し、該メーカーからは製品の提供を受ける。そして顧客にはニーズに応じたソリューションを提供するというビジネス構成である。近い将来には LCD のアッセンブリ工程も包含して行きたい。

技術的基礎研究から起業にいたる道程において一貫して研究の方向付けを行ってきたのは起業への潜在的な意図であった。それが基礎研究の段階においてもその活動の特徴づけたといえる。そうした意味合いから本研究論文は工学的色彩の強いものの、起業工学と呼称される分野に適合すると自負したい。

審査結果の要旨

1. 論文の評価

起業工学の典型的な事例研究として高い評価が出来る。

筆者の発明したリモート・ライン・ソースプラズマCVD技術は日本及び米国初め国際特許として成立しており、また、学会においても基礎的な研究成果として認められ

IEEE（米国電子電気学会）をはじめとして国際的学会や論文への招待や発表など、筆者の学術的生涯業績には顕著なものがある。

これらをベースとして本学大学院起業家コースに学び、更なる基礎的、体系的知識、見識を身につけると共に、グローバル経済の中での価値創造の原点のシフトや新しい国際分業ビジネスモデル、水平垂直分業モデルを研究創案し、また、これを実践した。(株)クリスタージュを設立し、上記自ら研究開発、発明した基礎技術を核とした設計業務の事業展開をスタートさせた。

研究していく必要はあるものの、起業工学の実践的研究事例として、高く評価できる。

審査員の評価結果は合格とする。

2. 審査の経緯と結果

(1) 平成14年1月7日(月)

起業家コース会議で学位論文の受理を仮決定。

(2) 平成14年1月28日(月)

大学運営委員会で学位論文の受理を決定し、5名がその審査員として指名された。

(3) 平成14年2月7日(木)

公開論文発表会。論文審査委員会の開催。

(4) 平成14年2月12日(火)

起業家コース会議で最終試験の実施。

(5) 平成14年3月4日(月)

教授会で学位授与を可とした。

	もろずみ しんじ
氏名（本籍）	両角 伸治（長野県）
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	甲第11号
学位授与日	平成14年3月20日
学位授与の要件	学位規則第4条1項該当
研究科・専攻名	工学研究科 基盤工学専攻
学位論文題目	TFTを用いたカラー液晶表示デバイスの開発とその事業化 Development and Commercialization of Color Liquid-Crystal Display Devices Using TFTs
論文審査委員	(主査)高知工科大学 教授 加納 剛太 大阪大学 教授 濱口 智尋 高知工科大学 教授 宮沢 和男 高知工科大学 教授 前田 昇 高知工科大学 教授 馬場 敬三

内容の要旨

本研究は、薄膜トランジスタ（TFT）を用いた液晶カラー・ディスプレイに関するもので、ブラウン管（CRT）に置き換わる平面表示デバイス、いわゆる「壁掛けテレビ」を可能にする基幹技術の開発とその事業化について論じるものである。

液晶により高度な表示を実現するためにTFT駆動法を採用し、このために高性能で実用的な多結晶SiTFTを新たに開発した。カラー表示を行うために、マイクロ・カラーフィルタを液晶画素内に配置する方法を考案し、薄型高色度の背面光源の開発と併せてTFTカラー液晶の基本原理を創出した。

この基本技術を基に事業化を行い、多くの企業の参入によりTFT液晶産業の基盤が出来上がった。現在ではその規模が2兆円に達したTFT液晶産業の事業化の経緯とその構造を解析した結果、製造能力が支配的な従来モデルから、製品技術を主体とした新しいビジネス・モデルに変えていくことを提案した。

[各章の概要]

第1章

ここではディスプレイ産業の実態を簡単に紹介し、既存技術（CRT）における問題点

を指摘し、本研究の目的を明らかにした。筆者は液晶に着目し、新しいアイデアのもとに実用的かつ競合的な平面表示の実現を目標に、CRT並みのカラー映像を備えた壁掛けテレビを目指した。

第2章

液晶本来の性能を最大限生かすには、駆動法に問題があることを指摘する。そこでトランジスタで液晶を駆動するという概念を採用することにした。そのためにはガラス基板上に薄膜トランジスタ(TFT)を形成する必要がある。TFTによる液晶駆動法(アクティブ・マトリクス)の動作解析を入念に行い、TFTに必要な特性を明らかにした。

第3章

高性能で実用的なTFTの実現について議論する。安定性や作りやすさを考慮して半導体材料に多結晶Siを用いることを提案した。試作実験の結果、多結晶Si膜の結晶状態と、ゲートSi酸化絶縁膜の2つが特性を決定することが解明され、構造と製造工程と条件の最適化を行った。真性Si膜の使用や、極薄膜化したチャネル、デュアルゲート構造、など新しい発明、発見により十分なオン電流(移動度)、オフ電流(リーク)を実現した。

第4章

ここで得られた多結晶SiTFTを使って、画素数(画面を構成するドット)約5.3万のモノクロ液晶パネルを駆動し、その特性を確認した。その結果、対角2インチという小さい画面ではあるが、コントラスト比が100:1以上の鮮明な動画像が得られた。

第5章

次に多結晶SiTFT駆動法を使ってフルカラー表示の原理に関する検討し、輝度変調と色度制御機能を分離する方法を考案した。輝度変調にはTFT液晶を用い、発色には加法混色法によるRGB型マイクロ・カラーフィルタを配置する方法を開発した。さらにRGB発光ピークを強調した小型蛍光ランプとそれを使った薄型背面光源を開発し、高輝度化・高色度化を達成した。これらの成果の結果、液晶を使って世界で初めての色鮮やかな動画像の実現に成功した。

第6章

夢の壁掛けテレビに向けて次のステップである、画面のさらなる高性能化と大型化について議論した。大型化のためには多結晶SiTFTのプロセスの低温化と相補構造による周辺回路のガラス基板上への集積化が有効なアプローチであることを証明した。また超大型画面には液晶投射型表示が効果的であることも併せて示した。この結果、TFT液晶技術で小型から超大型画面すべてのサイズをカバーできると結論づけた。

第7章

本研究で実現したTFT液晶カラー表示技術の事業化とその構造について議論する。80年半ばに小型テレビに向けて事業化を行った。以後、多くの企業の参入により、TFT液晶はノート・パソコン、PCモニター、家庭用テレビと、次々と新市場を創出し産業は2兆円に急成長した。しかしこの産業は巨額な設備投資を必要とし、これが需要-供給の大

きなうねり、いわゆるクリスタル・サイクルを作り出した。日本企業はこの波に耐えられず、撤退の危機に瀕し、新しいビジネス・モデルを生み出す必要性に迫られている。

第8章

この危機を逆に第2の事業機会と捉えて、新しいビジネス・モデルを提案した。モバイル市場に着目し、製品開発と製造を国際分業することが実利的と考えた。多大な投資を伴う製造はキャッシュを集めやすい台湾で行う。日本は製品技術に注力し、ファブレス事業を展開する。これは組織力に依存した垂直統合型に決別し、知力をコアとするベンチャーで産業を変革させるために最適なモデルである。この実践に向けて、新会社を創設した。

第9章

この研究により達成された薄膜トランジスタ（TFT）カラー液晶技術はCRTを置き換えられる表示技術であることを実証した。この技術が切り開いた産業規模は2兆円に達し、さらに発展させるために新たなビジネス・モデルのもとに事業化実践を行っている。

この研究成果は多くの論文発表を介して広く世界で認められ、いくつかの名誉ある賞を受賞した。またここで取得した工業所有権は日本、アメリカ合わせて50件以上にのぼる。

審査結果の要旨

1. 論文の評価

本論文は筆者が学生、社会人としてこれまでに築き上げた学術的、社会的、経済的業績の上に立って、本学大学院起業家コースに学び“起業工学”に関し研究を推進しその成果をまとめたものである。新しい“起業工学”の概念を確立すべく、更なる学識、見識を基礎的、体系的に高め、起業実践を成し遂げたことは高く評価される。筆者の生涯に亘る表題に関する学術的及び社会的な業績は学会、産業界で高く評価されている。代表的特許：日米国際特許50件、代表的学会活動等：IEEE（米国電気電子学会）等国際的論文発表40件、最優秀論文賞3件、代表的著書：10件、代表的受賞 Edward Rein Award 他6件、など顕著な業績を有する。

本学博士課程ではこれらの業績をベースにグローバル化する日本経済におけるエレクトロニクスデバイス産業の新しいビジネスモデルを研究し、付加価値創造の生産性と新しい国際分業ビジネスモデルを研究し、実践した。すなわち、台湾をファウンダリーにし、付加価値を共存共栄させるモデルを提言し実践した。台湾における製造業会社の社長に自ら就任するとともに、設計、マーケットアライアンスを主務とする新しいベンチャー（株）クリスタージュを日本に設立しこのビジネスモデルの実践展開に挑戦した。大胆な実践と地道な研究、そして、差別化を基本とする技術戦略の構築等更なる研究課題はまだ残されている。

以上のような研究成果が新しい日本経済の一つありかたとして範たるべく大学としての更なる指導が強く望まれるところである。

本研究の審査員による評価結果は合格とする。

2. 審査の経緯と結果

- (1) 平成14年1月7日(月)
起業家コース会議で学位論文の受理を仮決定。
- (2) 平成14年1月28日(月)
大学運営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。
- (3) 平成14年2月7日(木)
公開論文発表会の開催。論文審査委員会の開催。
- (4) 平成14年2月12日(火)
起業家コース会議で最終試験の実施。
- (5) 平成14年3月4日(月)
教授会で学位授与を可とした。

氏名（本籍）	おがわ えいいちろう 小川 榮一郎（熊本県）
学位の種類	博士(学術)
学位記番号	甲第12号
学位授与日	平成14年3月20日
学位授与の要件	学位規則第4条1項該当
研究科・専攻名	工学研究科 基盤工学専攻
学位論文題目	事業の創設と発展における資金調達 の条件 Conditions for Financing in Foundation and Expansion of Business
論文審査委員	(主査) 高知工科大学 教授 長尾 高明 高知工科大学 教授 宮沢 和男 高知工科大学 教授 馬場 敬三 高知工科大学 教授 小林 和彦 高知工科大学 教授 水野 博之

内 容 の 要 旨

本論文は著者が日本の自動車産業に1961年から2000年まで従事した体験に裏付けられた、資金調達に関する研究論文である。その体験の多くは新規事業の現地立上げにかかわる業務であった。

著者の仕事は1980年代に自動車から自動車部品に移ったが、それは丁度日本の自動車産業の海外における創業の主体が、自動車から自動車部品に移る時代で、引続き海外事業の創業を主とする業務の連続であった。著者の実業界における最後の段階での1993年からの6年間、著者は国内で自動車部品製造企業の企業内起業の創業社長を勤めた。

著者の自動車産業における事業立上げの経験を、最後の社長業を中心に、主として企業財務のうち資金調達の視点から研究することによって、後世に残すに足る独自の原則を見出すことがこの論文の目的である。

企業財務の資金調達の視点から研究する以上、ひとり自動車産業のみでは論文が扱う範囲があまりにも狭い範囲に止まるので、日本の産業界で資金調達に特徴的な背景と実績をもついくつかの例についても研究し、とくに、総合商社の創設期、戦前期の電力事業、戦後のオートバイ産業の創業期の資金調達を研

究している。

全体は序章と本文6章よりなり、第1章は「日本の大企業の資金調達」と称し、第1次大戦以後戦前の企業における資本調達のあり方を調べている。第2章は「企業資金調達の実際」と称し、鈴木商店、東邦電力、ホンダの場合の資金調達を例として克明に調査している。第3章は「自動車事業の創業」と称し、著者の籍を置いた日産自動車の事業展開につき研究している。第4章は「自動車部品の企業内企業」と称し、著者の技術者および創業社長としての体験に基づく事業展開と資金調達につき、述べている。

著者は、企業内起業の創業社長として、不足する運転資金の資金繰りから、社長の実務にとりかかった。それは、振り返ってみれば、よくぞ健全化して引継いだという感慨が湧く。そして、同様の立場に立つことになる読者があると考える。その際、実際的な参考になることを念頭において、できるだけ具体的にありのままを述べた。このような立場に立つので、出資する立場に立っての研究にはまったく立ち入っていない。この分野についてもっと深く研究したいが、この研究は初歩的な段階にとどまる。著者の今後の課題である。

明白なことは資金提供側が極めて貪欲で、節度を実現し、維持するには、まったく別の角度からの見直しが必要ということである。第5章では「日本的経営の原点」と称し、日本の産業の後発性によるさまざまな特徴をより一般化して捉え直して記述している。最後に終章として、「研究のまとめ」を述べている。まず著者が実体験から把握した、バランスシートにおける「もとで」と「てだて」の厳密な認識から来る経営法の重要性を述べている。さらに欧米の資本調達がかなりの部分奴隷制と植民地主義によることを述べ、日本のそれがまったく異なる国民的努力に負うところが大きいことを述べている。

以上、日本および世界の資本調達のあり方と著者自身の体験とを比較し、客観性ある資本調達のあるべき姿を提示している。

審査結果の要旨

1. 論文の評価

本論文は著者が日本の自動車産業に1961年から2000年まで従事した体験に裏付けられた、資金調達に関する研究論文である。著者の自動車産業における事業立上げの経験を、最後の企業内起業の創業社長を勤めた経験を中心に、主として企業財務のうち資金調達の視点から研究しているが、日本の産業界で資金調達に特徴的な背景と実績をもついくつかの例についても研究し、とくに、総合商社の創設期、戦前期の電力事業、戦後オートバイ産業の創業期における資金調達を研究している。

全体は序章と本文6章よりなる。

第1章は「日本の大企業の資金調達」と称し、第1次大戦以後戦前の企業における資本調達のあり方を調べている。

第2章は「企業資金調達の実際」と称し、鈴木商店、東邦電力、ホンダの場合の資金調達を例として詳しく調査している。

第3章は「自動車事業の創業」と称し、著者の籍を置いた日産自動車の事業展開につき研究している。

第4章は「自動車部品の企業内企業」と称し、著者の技術者および創業社長としての体験に基づく事業展開と資金調達につき、述べている。

第5章では「日本的経営の原点」と称し、日本の産業の後発性によるさまざまな特徴をより一般化して捉え直して記述している。

最後に終章として、「研究のまとめ」を述べている。まず著者が実体験から把握した、バランスシートにおける「もとで」と「てだて」の厳密な認識から来る経営法の重要性を述べている。さらに欧米の資本調達がかなりの部分奴隷制と植民地主義によることを述べ、日本のそれがまったく異なる国民的努力に負うところが大きいことを述べている。

以上、日本および世界の資本調達のあり方と著者自身の体験とを比較し、客観性ある資本調達のあるべき姿を提示している。

以上要するに、本論文は資金調達に関する研究に資するところ大であり、起業家の立場にとってもこの知見は大いに役立つと認められる。よって著者小川榮一郎氏は学術博士の学位を授与されるに値すると認められる。

2. 審査の経緯と結果

- (1) 平成 14 年 1 月 7 日 (月)
起業家コース会議で学位論文の受理を仮決定。
- (2) 平成 14 年 1 月 28 日 (月)
大学運営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。
- (3) 平成 14 年 2 月 7 日 (木)
公開論文発表会の開催。論文審査委員会の開催。
- (4) 平成 14 年 2 月 12 日 (火)
起業家コース会議で最終試験の実施。
- (5) 平成 14 年 3 月 4 日 (月)
教授会で学位授与を可とした。

	ながの まさのぶ
氏名（本籍）	永野 正展（高知県）
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	甲第13号
学位授与日	平成14年3月20日
学位授与の要件	学位規則第4条1項該当
研究科・専攻名	工学研究科 基盤工学専攻
学位論文題目	エコデザインをベースとした新しい社会基盤整備の実現 Implementation of New Social Infrastructure Based on Eco Design

論文審査委員	(主査) 高知工科大学 教授 加納 剛太
	高知工科大学 教授 長尾 高明
	高知工科大学 教授 岡村 甫
	高知工科大学 教授 馬場 敬三
	高知工科大学 助教授 渡邊 法美

内容の要旨

20世紀後半のわが国は戦後の荒廃期からめざましい経済発展を遂げた。社会はその繁栄のなかで、物質的豊かさを軸にした生活基盤に満足しつつ更なる豊かさを求める方向性を社会のベクトルとした。その背景には新国家としての方向性（政策）がベースとなっていたように考えられる。すなわち生産性向上と消費量の拡大が相互に連動して経済的発展を形成する工業化社会の構図である。それらの基盤は科学技術の加速度的発展が大きな要因であると考えられる。

しかし、めざましい繁栄の陰にはそれに反比例するように、地球資源の枯渇と環境悪化が代償として次第に表面化してきた。1970年代から環境的観点での警鐘も発せられるようになり、地球上で環境負荷物質が限界域をこえることは現人類社会の持続停止の可能性などについて世界的レベルで発表され始めた。また、ある段階まではしっかりしていたと思われる国家としての方向性も次第に明確さを失い、対処療法的政策や前例主義的運動形態が主導するようになってきた。言いかえれば工業化社会の限界に向かってわが国全体が疾走した時代であったと言えよう。

世界人口の2%を占める日本国が産出される化石エネルギーの10%以上を年間当たり使用している現状や、食糧自給率が40%（飼料用穀物を入れると

20%)程度という状況などを考えた場合、持続可能な人類社会の形成と言う目的を明らかにして現状を変革しなければならないと考えるのは筆者のみではないと考える。

筆者は1996年に持続可能な循環型社会を目指す一行動として、市街地から高知市郊外の山中に環境を重視した循環型の社屋を建設した。建設の目的の一つに「持続可能な循環型の開発モデル実践」があった。このことは現社会に対する提案・提言であり、工業化社会型の公共事業の方向性としくみを変革したいと言う意図を有していた。しかし、一定の評価は得たと考えられるが、意図に対する具体的成果は現時点では無に等しいと判断する。

これらの考えと経験を基にして実現可能な運動をする必要がある。その重要なポイントは行政を動かす基本の政策部分から展開することを始めることが重要と考える。

本論は前述の対処療法的政策や前例主義的形態で社会を誘導している行政体に対して、民間の立場で、新しい社会基盤整備のあり方に取り組むためにエコデザインの視点を背景にして、具体的デザインを掲げて戦略的運動展開の試みとして論ずるものである。

第1章では、序論として研究の背景と目的・意義について述べるとともに、筆者の着眼点を明らかにした。

第2章では、エコデザインの視点から工業化社会の現状を把握し、公共事業をベースとした行政のしくみとその欠点を見出して本論への糸口をむこととした。

第3章では、あるべき姿として持続可能な循環型社会について考察するとともに、筆者の実践行動である環境を重視した循環型オフィスについて述べる。また本論の思想的背景であるエコデザインについて述べるとともに、論題に合致する対象の一つとして公共サービスから下水道汚泥処理を選定した。

第4章では、エコ・モデルの実証事例を取り上げた。筆者が1996年に具現化した相愛本社の事例を挙げて、持続可能な開発モデルとした。

次に、対象とした公共下水道汚泥の処理について、その環境的負荷・経済的効率・社会的課題を見出し、エコデザインの観点から最も優れていると判断できる超高温菌による汚泥の肥料化について述べている。この方法をベースとしてわが国全体を動かせる戦略的な展開として、東京都を対象としたモデルをデザインした。さらに実現に向けての課題とその解決策を考えた。

第5章では、構築したモデルを現実化する場合に発生する価値と、現状に存在する抵抗を考察し、その問題と課題を鮮明にして対応策を構築した。これら

の結果、現状のシステムを変換することが経済的にもまた環境的・社会的にもはるかに優位であること論じた。

これらより社会的観点から多くの支持を得られると考える。その結果として公共サービスのあり方として現在のしくみを変革し、新しい社会基盤整備の構築前例に成長すると考える。

また科学的に未解決な分野の存在を明らかにするとともに、今後の研究へ繋ぐこととした。

審査結果の要旨

1. 論文の評価

本論文は筆者が社会人としての学識、見識、経験等をベースに本学大学院起業家コースにて学び、研究した結果をまとめたものである。環境という問題を社会インフラの中に組みこむに当たり、民の立場からアプローチする創造的な思考と実践を研究テーマにしたものである。

高度に専門的な知識と経験、高い視野と幅広い見識をもって実践的に推進した。研究事例の一つは筆者の独自の新しいコンセプトとしてすでに10年を超える実用化実証を終えたものであり、また、いま一つのコンセプトは新しい構想の基づく基本的設計と基礎的実験を終え、実用化実証の段階に入ろうとしているものである。

先端的な技術と革新的なコンセプトによる現在までの研究成果は十分に評価できるがテーマの意義が大きいだけに、社会、経済、文化、環境、トータルに調和の取れるソリューションを見出すには更なる地道な研究と実践が必要である。起業家マインドに通じるリスク挑戦型の民主導による政治、経営、マネジメント改革の研究、実践を望みたい。

2. 審査の経緯と結果

- (1) 平成14年1月7日(木)
起業家コース会議で、学位論文の受理を仮決定。
- (2) 平成14年1月28日(木)
大学運営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。
- (3) 平成14年2月7日(木)
公開論文発表会の開催。論文審査委員会の開催。
- (4) 平成14年2月12日(火)
起業家コース会議で最終試験の実施。
- (5) 平成14年3月4日(月)
教授会で学位授与を可とした。