



工学研究科電気電子情報工学専攻教授 辻 毅一郎 (Kiichiro Tsuji)

環境低負荷型ユーティリティシステムの創生

本研究では、そこに住んだだけで自ずと環境負荷の低減に貢献できるような、エネルギー利用システムとはどのようなものかを探索した。

1) 地域エネルギーシステムの最適化に関する研究:

都市中心部の比較的狭い地域を対象に、一次エネルギー消費量、CO₂排出量及び費用を考慮してシステムの最適化を行う数理計画モデルを構築し、それを活用した種々のモデル分析を行って地域エネルギーシステムの望ましい将来像について論じた。すなわち、CO₂排出量と費用あるいは一次エネルギーと費用とのトレードオフ解析、CO₂排出量を半減するためのシナリオ、燃料電池など新技術のブレークイブコスト分析、新技術間の競争性、将来への段階的計画、小さな地域での最適化が地域全体へ及ぼす影響の分析などを実施し、分散型電源の果たす役割について多くの知見を得た。一方、省エネ技術や高効率のエネルギーシステム技術の導入や、ライフスタイルの変化の影響を評価し得る詳細なシミュレーション型都市住宅部門最終エネルギー需要モデルも構築した。また電力供給システムについては、太陽電池や燃料電池の導入が容易になるような新しいシステムFRIENDS (Flexible, Reliable and Intelligent Electric eNergy Delivery System) について、その実現に向けた基礎的検討とパワーエレクトロニクスを中心とする電気回路技術の開発を行った。

2) システム最適化を支援するコンピュータソフトウェアの開発:

1) で構築した最適化モデルに基づくモデル分析を広く実施可能と

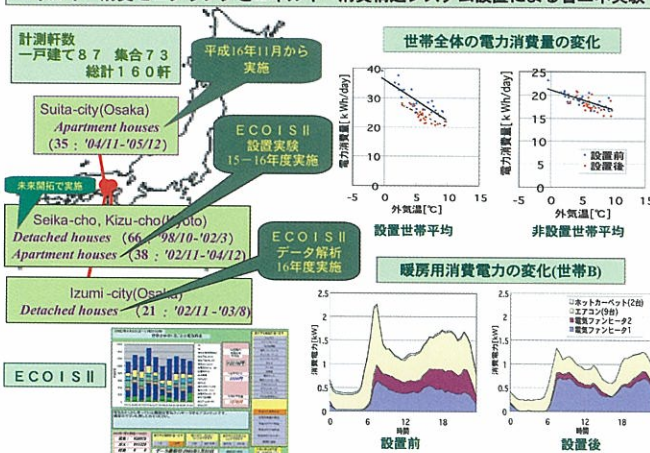
するため、可視化表示機能を備え、汎用性と実用性に富んだ支援システム(ソフトウェア)を開発した。

3) エネルギー需要構造の分析とエネルギー消費情報提供システムによる省エネ実験:

実績データの極めて少ない住宅のエネルギー消費データを自動計測システムにより収集し、データベースを構築した。すなわち電力・都市ガス・灯油の消費量、室温・外気温等を長期(1年間以上)にわたり時刻別(1分~30分の積算値)に収集した。これまでに収集したデータは一戸建て80軒、集合70軒の合計150軒にのぼる。電気と都市ガスの両方を計測し、テレビなどの機器別だけでなく、冷房・暖房などの用途別にエネルギー消費量をデータベース化した例は余りなく、本研究の大きな成果である。データベースを利用し、暖房用エネルギーの需要構造を明らかにし、住宅の熱的性能の影響を定量的に示す重回帰モデルを得た。また、家庭用のヒートポンプシステムやコージェネレーションシステムの有効性についてエネルギー消費実績データに基づいて詳しく論じ、両者の特性を明らかにした。さらに需要家にエネルギー消費に関する具体的なデータを可視化して翌日に表示するシステム(図参照)を構築し、合計およそ30軒の需要家に設置して実験した結果、情報提供により省エネ行動が実際に誘発されること、一軒あたりおよそ10%~15%の省エネが実現されることが明らかとなった。

大阪大学教授2名、助教授1名、助手2名、関西電力3名、大阪ガス2名、学生10名

エネルギー消費モニタリングとエネルギー消費構造システム設置による省エネ実験



大阪ガス株式会社 遠座 俊明

住宅のエネルギー消費を抑える手法を考えるためには、その需要実態の調査が重要なことは判っていました。居住者の同意を得ることの難しさ、費用等の問題があり、大掛かりな調査は過去殆どありませんでした。本研究では詳細な実測が行われ、質・量ともに大変充実しており、機器や使用用途別の需要実態が明らかになりました。その中で住宅の給湯等熱需要は世帯によるバラツキが非常に激しいことなど今後、分散型電源や蓄熱の活用の方性を考える時に重要となる貴重な知見が得られています。また、品質別電力供給に関して、運転制御のシミュレーション結果などの具体的知見も得られ、総合的な価値の高い研究になっています。



工学研究科応用化学専攻教授 明石 満 (Mitsuru Akashi)

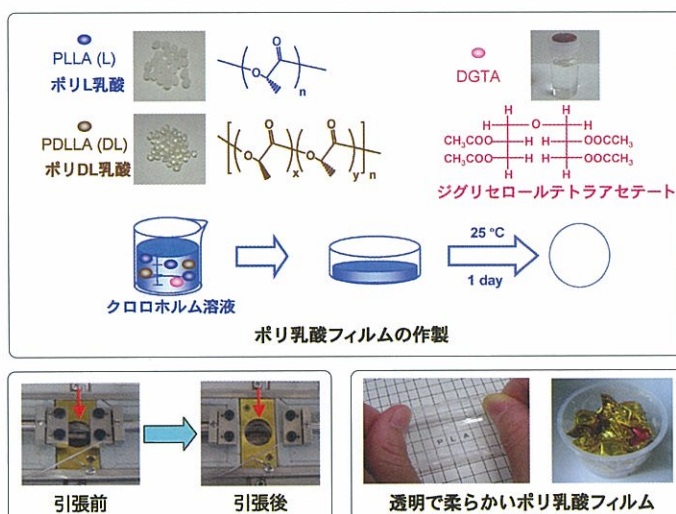
ポリ乳酸樹脂の可塑化における結晶化挙動の研究

ポリ乳酸はトウモロコシやサツマイモなどの植物資源の微生物発酵により得られる乳酸を構成ユニットとする生分解性高分子材料である。ポリ乳酸は生態環境下において乳酸まで分解され、最終的に二酸化炭素と水になる完全自然循環型のバイオベースポリマーとして注目されている。また、ポリ乳酸は生体内においても分解吸収されることから、縫合糸、骨固定材などの医用材料としてすでに利用されており、その安全性が認められている数少ない合成高分子の一つである。現在、石油資源の枯渇化、環境保護の観点からも石油由来合成樹脂の代替材料として注目されており、盛んに研究が行われている。このように多くの利点を有するポリ乳酸ではあるが、現在用いられている汎用性の樹脂と比較し、いくつかの欠点も知られている。その一つにポリ乳酸は固くて脆いといったことが挙げられる。これらの問題を解決するために多くの研究がなされてきている。その一例を挙げると、ポリ乳酸に他の生分解性高分子を混合するといったポリマーアロイ、またポリ乳酸に他の生分解性高分子を共重合するコポリマー化、及び可塑剤添加による可塑化が行われている。しかしながら、ポリマーアロイではポリ乳酸フィルムの透明性の低下、コポリマー化では安全性に懸念がある。また、可塑剤を添加すると室温においてポリ乳酸の結晶化が進行し、時間の経過にともないその透明性及び柔軟性の低下が起こることが問題となっている。

そこで本研究では、柔軟性、透明性及び実用可能な強度を有したポリ乳酸樹脂の調製を検討した。手法としては、結晶性のポリ乳酸 (PLLA) に植物由来の生分解性可塑剤 Diglycerol tetraacetate (DGTA) を添加することでポリ乳酸に可塑性を付与し、さらに非結晶性のポリ乳酸 (PDLLA) を添加することにより、経日による結晶成長の抑制を試みた。調製したフィルムの偏光顕微鏡測定の結果から、PDLLA を適量添加することでフィルム内における結晶サイズをサブミクロンオーダーまで微細化することに成功し、高い透明性及び適度な強度、自長の3倍もの伸び率を有するフィルムを調製することができた。この柔らかく透明なポリ乳酸フィルムは室温で4ヶ月以上経過後も調製初期とほとんど変わらない透明性及び柔軟性を保持していることも明らかとなった。

本研究によって得られた柔らかく透明なポリ乳酸フィルムは植物由来の環境にやさしいエコマテリアルとして食品包装材、生分解性ラップなどとして実用化が現在進められている。

教授1名、講師1名、助手1名、特任助手1名、学生1名





工学研究科応用化学専攻助手 金子 達雄 (Tatsuo Kaneko)

液晶性グリーンエンブラの開発

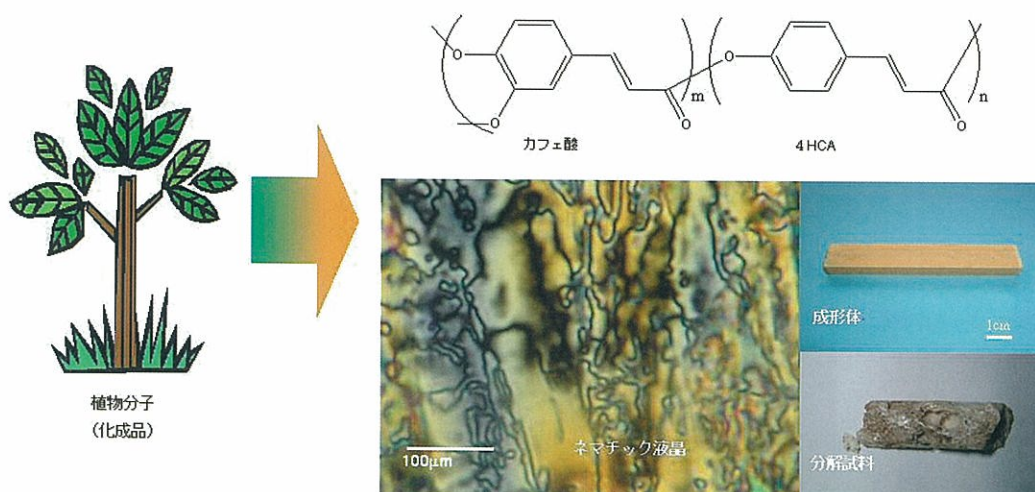
環境循環型材料の開発は、現代社会における最重要課題の一つである。現在、数多くの環境循環型高分子が研究されているが、耐熱性・力学物性などの性能が十分でなく、既存のプラスチックの10-20%しか代替できないとされている。その理由は、これらの高分子が脂肪族系であることにある。一方、高性能プラスチックの重要な位置を占める液晶高分子は芳香環などの剛直な成分を高率に含んでいる。しかし、芳香環は環境に蓄積しやすく毒性の高いイメージが強いので、環境循環型プラスチックの開発に積極的に利用されてこなかった。本研究では、植物中に芳香族類の代謝産物が多く含まれることに着眼し、重合性植物分子を脱水縮合することで、環境循環型液晶高分子を作製し高性能プラスチックを開発できると考えた。

重合性天然由来剛直分子として4-ヒドロキシ桂皮酸(4HCA)を選択した。その理由は、1)植物分子である2)剛直部位が長い3)分解の容易なエステル結合を形成できるなどである。化成品の4HCAを酢酸触媒存在下で熔融重合することによりポリ(4-ヒドロキシ桂皮酸)(P4HCA)が合成された。P4HCAは室温で結晶性であったが、215-280°Cの間で液晶相を示した。通常はこのような剛直高分子は2種類以上のモノマーを共重合して初めて液晶高分子となるとされている。従って、今回合成した高分子は剛直モノマーの単体重合体として初めての液晶高分子である。単体重合体の利点は構造解析が容易であることのほかに、高機能化・高性能化を目指す時、液晶高分子としてあらゆるコモノマーを許容できることにある。

P4HCAは高い細胞適合性を示したので、新しいバイオ活性液晶高分子としても期待できる。しかし成形は困難であった。それは、分子量が8000程度しかなく、かつ剛直すぎる構造が悪影響を及ぼしていると考えられる。一方で、液晶性や生分解性は低分子量体に特有である。そこで低分子量体としての物性を確保しつつ高分子量化するために、短鎖を分岐状に結合させた骨格構造を形成する方法を考えた。そのために、多官能性芳香族植物分子で4HCAと類似構造のカフェ酸を選択した。4HCAとカフェ酸(化成品)の共重合は容易に進行し、最大10万程度の重量平均分子量まで達した。また、分子量分布が3程度と広く、優れた溶解性を示す、熔融弾性が高いなどから高分岐構造が形成されていると推定した。この試料は圧縮成型可能であり、エンブラ並の耐熱性(軟化温度150°C)と力学物性(強度100MPa、ヤング率3GPa)を示す成形体を得ることができた。さらに、十分に高い細胞適合性と加水分解性、土壌分解性を示した。また、500gスケールの合成にも成功した。

以上のように、本プロジェクトにより高強度・高耐熱性の環境循環型液晶性エンブラを開発することに成功した。この手法は、悪玉とされる芳香族資源を積極的に有効利用する新規な概念をうち立てるものである。将来、天然から高効率に原料を取り出すことができれば、環境循環型エンジニアリングプラスチックとして実用化が可能と考えている。

大阪大学教授1名、講師1名、助手2名、特任研究員1名、学生1名





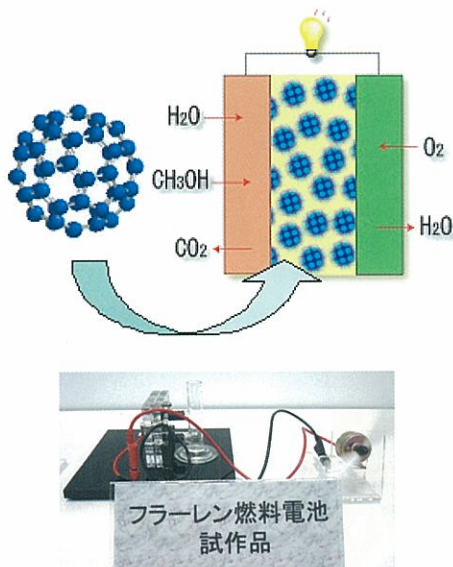
工学研究科応用化学専攻教授 大島 巧 (Takumi Oshima)

燃料電池用フラーレン誘導体膜・電極ユニットの開発

近年、燃料電池は水素やメタン、メタノールなどのクリーンな水素源を用い、80%以上の高いエネルギー変換効率を達成できることから環境調和型のエネルギー装置として注目され、世界的にその開発が急がれている。特に、高分子電解質膜型の燃料電池(PEFC)はその高い出力のため小型化が可能で、モバイル用コンピュータや携帯電話の電源、家庭用の発電設備、さらには自動車の動力として多くの可能性を秘めている。われわれは、本プロジェクトにおいてナノカーボンの特異な電子および構造特性に着目し、その形態を保持しながら高プロトン伝導性を付与することによって燃料電池の心臓部である電解質膜の作製を行った。ナノカーボンの一種であるフラーレンC60は、炭素原子60個からなるサッカーボール構造をした完全球形の究極の対称分子である。その直径はおよそ1ナノメートル(ナノは10億分の1)であり、化学修飾により表面に様々な性質を持たせることが可能である。そこで、われわれはプロトン伝導性に必須の強酸性官能基を実用化に即した簡便な方法によりフラーレン表面に平均十数個導入することに成功した。また、その低加湿下におけるプロトン伝導性は、最も代表的なプロトン伝導体として知られるNafionに匹敵することを見出した。燃料電池のなかでも特に直接メタノール形燃料電池(DMFC)は小型化し易く、ノートパソコンやPDAの電源として実用化が近いと見込まれている。しかし、現状のNafion膜では燃料のメタノールが電解質膜を透過して出力密度を減少させるクロスオーバー現象が実用化の大きな課題となっている。そこで、これらの欠点を改良

すべく、さらにこのフラーレン誘導体を用い、高分子成分を網目構造に架橋することにより、メタノール中で膨潤しにくいフラーレン含有電解質膜を開発した。その結果、発電運転時の体積膨張も少なく、メタノール透過率をNafion膜の十数分の一に抑制することに成功し、高濃度のメタノール使用時にはNafion膜よりも高い出力密度を達成した。このフラーレン誘導体電解質膜を用いて膜・電極ユニット(MEA)を作製し、世界で初めてフラーレン誘導体膜を用いた直接メタノール形燃料電池を試作し、プロペラの回転動力源として利用したものを、Nanotech2004国際展示会、FRCサイエンスショップ、第四回産学官連携推進会議などの展示会に出展した(下写真)。現在のところ、実用化に耐える電解質膜の強度、長期安定性などの課題が残っており、企業サイドにおいてさらなる改良を行っている。この二年半にわたる本研究は、大学と企業の緊密な協力なしには遂行できなかった。この場をお借りして企業関係者各位ならびにフロンティア研究機構の方々に厚く御礼申し上げたい。そして、近い将来、環境にやさしいエネルギー源として、このフラーレン燃料電池が身の回りに現れる日を期待してやまない。

大阪大学教授1名、助手1名、特任教員2名、企業4名



プロトンC60パワー株式会社

(三菱商事・本荘ケミカル株式会社)

吉田 五兵衛

本プロジェクトは2年という期限の下に最大効率を上げるべく、大島研究室にはフラーレン化合物の開発という新分野を担当して頂いた。従来の炭化水素系プロトン伝導膜と異なり、フラーレンはその形状から単位体積当たりスルホン酸基を多く取り込める可能性があるが、溶解度が低く、化合物合成後の同定の難しさにもかかわらず、合成できた化合物は優れたプロトン伝導性を持ち、固体高分子系の膜材料、添加助剤、三相界面材料としてもさまざまな応用が期待でき、将来に繋がる有望な結果を得ることができたことが、本プロジェクトにおける最大の収穫になった。



工学研究科地球総合工学専攻教授 橋 英三郎 (Eizaburo Tachibana)

風力エネルギーと太陽エネルギー利用のハイブリット型発電

「三兎を追う者は一兎も得ず」という諺があるが「三兎を追う」自然エネルギー利用発電を目指している。その三兎というのは風の抗力と揚力と太陽光の三つであり、それを一つのシステムで電気エネルギーに変換しようという虫の良い話である。果たして三兎とも見事捕まえられるのか、はたまた三兎とも逃げられてしまうのか・・・。

いずれにせよ、希薄エネルギーを利用するには、そして、国からの補助といった乳母車から独り立ちするには、あらゆるものを取り込む覚悟が必要なことは確かだ。

装置の設計にあたっての基本コンセプトは、1) 世界初の形式であること 2) 年間の稼働時間を現在の2倍にすること 3) 見た目に美しく、設置された地域のシンボルとなりうること 4) 世界の子供に夢を与えること、である。

プロトタイプ製作を行うことになり、それへの協力を呼びかけ、設置場所として白浜町が、膜材料の提供として太陽工業(株)が、設計は(株)鴻池組が、施工は高田機工(株)が応じてくれた。夏期には羽根を開き太陽光エネルギーを利用し、冬季には羽根を閉じて風力発電を行うところから蓮の花に因み名前をロータス白浜1号とした。平成16年11月2日に研究会の発会式が開催され、平成17年3月末にその大方が完成した。

設置場所は南紀白浜空港の旧滑走路跡地と決まったが、滑走路は未使用のままの状態であったので、ロータスを地面に設置する前に、トレーラーに載せての走行実験を行った。無風時において時速36kmで走れば、風車に対する相対風速は10m/sとなるすんぼうで、しゃれた風洞実験だ。この結果、偏心した羽根自身が風にさからう際、予定通り風向きに平行になり揚力が発生するように自転してくれることや、相対風速が3m/s程度から回転をはじめることなどが確認できた。

新たに、関西電力(株)、新日本工機(株)、立山科学工業(株)にもご参画いただき、本年の春には、ロータス白浜2号機が完成する予定である。羽根を開いた状態で太陽を追尾し反射膜で4倍に光を濃縮し太陽電池にあてる仕組みを組み込んでいる。

米国のタコマの橋が風による共振で落橋したのは有名であるが、印象的なのは、落橋した橋の設計者が、再び、その橋の設計担当者に加わったことである。なぜ落橋したかは、設計者自身が一番知っているはずとの判断が働いたようだ。欧米において真の技術が発展してきた背景には、チャレンジャーへのこうした暖かい眼差しがあったにちがいない。

大阪大学教授1名、学生3名



試作機(ロータス白浜1号)



走行実験待機中



補修中

現地に設置したカメラからの動画を見る場合は、<http://windmill.dvrdns.org:81>で、ユーザー名は lotus、パスワードは sirahama 間もなく、パラボラ型反射膜により、太陽光を凝縮しての発電装置を備えたロータス白浜2号機が完成。



開閉機構のチェック



工学研究科生命先端工学専攻教授 小林 昭雄 (Akio Kobayashi)

快適生活圏を創造する『生命圏工学』の確立に向けて

本プロジェクトの目的を一言で述べるとすると、「未来における快適生活圏の確保」である。将来、劇的な変動が予想される地球環境において快適な生活圏を確保するためには、環境変動に対する生態系の応答を正確に予測するに十分な知見を集積し、この知見に基づいた未来環境予測から快適生活圏を創造するための戦略を策定し、さらに、これを達成するための技術開発を行う必要がある。これに関わる工学研究を複合的かつ有機的に効率良く進めるためには、既存の研究対象による枠組みではなく、未来における快適生活圏の達成という明確な目的を指向する新たな学問領域が必要である。本プロジェクトでは、この目的を達成するための統合工学を「生命圏工学」と名付け、この推進に取り組んだ。本プロジェクトは他の環境関連プロジェクトとは異なり、環境の保全・修復を目指すのではなく、快適環境・快適生存圏を創造していくこととするものである。

本プロジェクトでは、まず、環境変動に対する生態系の応答を正確に予測するためのハードおよびソフトの設計に必要な要素研究を実施した。特に、光および水環境が植物に与える影響について精査し、植物の生育過程での環境応答について新しい知見を得た、これらの要素研究を統合し、実践することで生命圏工学を確立することを今後の目的としている。さらに、環境変動に対する生態系応答の予測に用いるパラメーターを設定し、このパラメー

ターを精度良くリアルタイムで計測できる実験系を構築する予定である。(環境パラメーター:温度、湿度、光、大気組成、土壌、風速、等;生態パラメーター:個体数、サイズ、体温、光合成、多様性、代謝、等)このための、これらのパラメーター測定系を有機的に統合した閉鎖系実験空間の設計を行った。この際、他の研究施設の設計戦略およびシステムに関し精査することによって既存施設の問題点を抽出し、この問題点の解決を図る形での設計を目指した。同時に、各環境因子に対する生物応答をより詳細に解析し、より的確な生物応答パラメーターを整備するつもりである。

一方、社会啓蒙・教育を通して、このコンセプトを広く発信することを試みた。この試みは「愛・地球博」市民パビリオンでの香りとアニメを使った講演につながり好評を得た。また、生命圏工学研究の重要性を広く社会にアピールするために、ウェブサイトの構築、あるいは小学生教育のための既存サイト「もの知りテーマパーク」(<http://www5.medialogy.co.jp/kyoiku-shuppan/monoshiri/index.html>)への情報提供を行った。将来的には、生命圏工学研究の重要性を理解してもらうと同時に、本研究分野の発展に繋がる、理科に興味をもち水平思考能力に長けた、次世代研究者を育成するために、バーチャル教育とリアル教育を同次元で捉えたシャトル教育を強く意識したクロスメディア教育システムの構築を目指す。

大阪大学教授1名、助手1名、学生3名

環境変動に対する生物・生態系の応答解明 生物の未知機能の探求

物理的環境要因

- ・光
- ・温度
- ・重力
- ・電磁波
- ・音波
- ・圧力
- など



化学的環境要因

- ・大気組成
- ・水質
- ・生物間相互作用物質
- など

「生命圏工学」の確立へ向けて



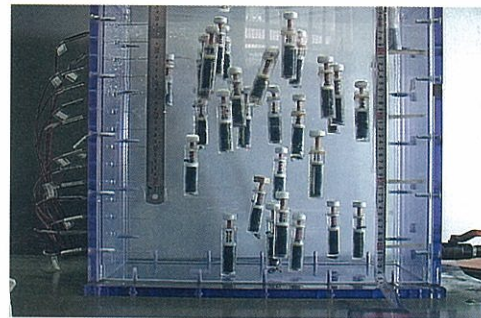
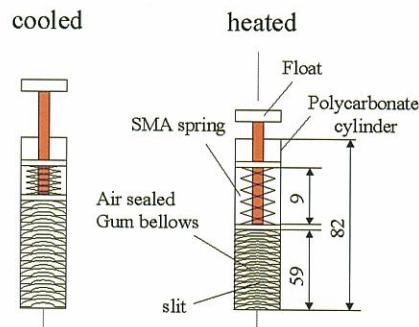
工学研究科機械工学専攻教授 片岡 勲 (Isao Kataoka)

知能を持った流体の開発のための基礎的研究

流体は熱や物質、運動量を輸送する手段として広く用いられているが、その機能はあくまで受動的なものであった。もし流体に知的機能を持たせること、即ち「知能」を持った流体を開発する事が出来れば、より高度で高機能の流体機器、エネルギー機器の開発が可能であると考えられる。ここで知能流体とは流体自身がセンサー機能、判断機能、アクチュエータ機能を持ち自律的に外部の状況に対応して機能を発現する流体である。より具体的には温度、圧力、流速、明るさ等の素子の置かれた物理的環境を検知して、一定の判断を行い、それに基づいた動作をする素子を作成し、それらを多数流体中に分散させるとともに、素子間に相互作用の機能を持たせて、集団としての機能を発現させる。この際、個々の素子の機能はそれほど複雑化せず、それらが多数集まることにより集団としてより高度な機能が発現するようにする。また、開発した機能性素子を用いて実験室規模での管路中において実験を行い、その熱輸送や流体力学的な特性を明らかにするとともに、数値シミュレーションにより、その特性の評価手法を確立し、小規模体系、大規模体系のそれぞれに最適な性能を発揮する知能流体の開発を行った。まず、熱を感知して自律的に機能する流体として、形状記憶合金バネを用いて、高温では浮力が小さくなり、低温では浮力が大きくなる熱機能性素子を開発し、それを用いて通常とは逆の熱対流を起こす流体を開発した。この逆熱対流混相流体による温度成層の熱の混合に関して、容器内に温度成層(上部が高温で下部が低温の状態)を形成し実験を行い、極めて効果的に混合が

起こる事を確認した。またその温度混合特性の解析を行いそのメカニズムの解明をおこなった。次に、温度を検知して動作を行う機能性混相流体の開発を振動モーターと磁気スイッチ、形状記憶合金バネを用いて作成した。こうした素子を複数個作成して、流体中に分散させ、流体の温度を変化させることにより、所期の機能を発現すること並びに複数の素子の相互作用についての知見を得た。また、この機能性素子を分散させた知能流体の特性を解明するため、機能性素子群の流体中での挙動についての数値シミュレーションの手法を確立した。さらに、配管の破断等を自律的に検知し、それを閉塞して、事故を未然に防ぐ知能流体の基礎研究として、破断を検知する機能性粒子の開発を行った。水中を浮遊する粒子に光センサーと磁気スイッチを装着し、配管破断によって明るさが変わること検知し、磁気スイッチにより電磁石を動かして壁面(鉄製)に付着する機能を持つ機能性粒子を開発しその流動特性を確認した。また、湖沼等の温度成層を自律的に解消する攪拌機能を持つ大型粒子の開発も行った。浮力を利用して、わずかの動力で1m以上の深度の水中を上下し温度成層を攪拌する機能を実験室レベルならびに実際の池において確認し、その流体力学的特性の解明を行った。

大阪大学教授1名、助教授1名、助手2名



熱機能性素子の構造とそれによる温度成層の混合の様子



工学研究科地球総合工学専攻教授 新田 保次 (Yasutsugu Nitta)

バリアフリー・サイクルタウンの構築—千里ニュータウン北地区を対象に—

地球環境問題の解決とノーマライゼーションの実現を受け、交通面では、交通機関からの二酸化炭素の排出量の減少とバリアフリー化によるモビリティ確保が世界的な課題となっている。しかしながら、両者は車交通を主体に追及するとトレードオフ関係が生じる。この克服に車に代わる交通手段としての自転車とバスを主体にした新しい交通システム計画論構築の必要性を感じたことが、本研究の方法論に関する発想のもとにある。また、社会貢献の実践の場として、本学が存在する千里ニュータウン北地区を新世紀にふさわしいまちとして再構築したいと考えていた点も発想のもとにある。

本研究では、千里ニュータウン北地区を対象に、バリアフリー・サイクルタウンの構築を目指して、「サイクルタウン化研究」「バリアフリータウン化研究」「サステナビリティ評価方法研究」を3本柱にして研究を進めてきた。本研究の最も大きな方法論上の特徴は、我々が今まで先駆的に研究してきたサイクルタウン化研究とコミュニティバスによるモビリティ確保のあり方に関する研究をサステナビリティ指標のもとで統合化しようとした点にある。

サイクルタウン化研究では、従来の車を交通手段の中心に置いたまちづくりを改め、自転車を中心に置いたまちづくりを目指すものである。サイクルタウンとしてオランダのニュータウン「ハウテン」を参考している。ハウテンは、まちの中心部を自転車道が走り、自転車利用が便利なまちになっている。車は外周道路経由でしか入れない。本研究では、このようなまちづくりを構想し、既存の道

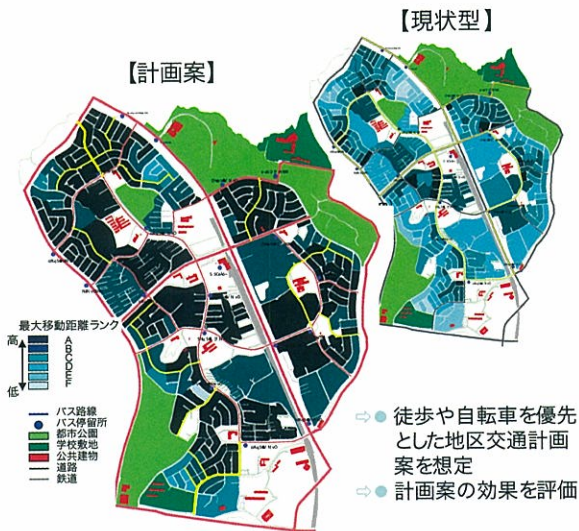
路を対象にした道路運用変更のための計画・設計論を開発した。具体的には、千里ニュータウン北地区を対象にした道路空間の運用案をいくつか考え、シミュレーションモデルにより評価した。

バリアフリータウン化研究では、移動制約者を対象とした交通手段に着目し、コミュニティ交通計画手法を開発した。そのうちコミュニティバス計画に関しては、吹田市で実施予定のコミュニティバスの運用実験を対象に、移送サービスとコミュニティバスとの適正な分担関係を考慮した交通計画手法を開発した。坂道の移動負担軽減に関しては、坂道の勾配に応じた車イスの走行実験により移動負担の程度を把握、勾配に応じた休憩施設の設置方法について提案し、設置の運びとなった。

サステナビリティ評価方法研究では、サイクルタウンやバリアフリータウンの計画案や設計案に対する評価論を、環境、社会、経済の3側面を反映したサステナビリティ指標の統合により行った。既往の研究からサステナビリティ評価の代表指標を抽出し、地区レベルに落とし込んだときに重要となる代表指標について考察した。このうち、特に、安全、大気環境、健康、利便に関する指標が重要になるが、これらの定量的な推定方法についての開発を行った。また、サイクルタウン化およびバリアフリー化された千里ニュータウン北地区をサステナビリティ指標により評価するにあたり、地区住民の交通行動を詳しく表現するために、GISを活用したシミュレーションモデルを開発した。

大阪大学教授1名、助教授1名、特任助手2名、(株)建設技術研究所2名、学生8名

GISを活用した北千里地区におけるモビリティ変化—自転車道を設置した場合—



株式会社建設技術研究所 中平 明憲

2年間の共同研究を通して、交通基盤と人の交通行動の両者をアクセシビリティとモビリティで評価できるGISを活用した交通サービスのサステナビリティ評価システムを新たに開発した。この手法を適用し、サイクルタウン構想の評価やコミュニティバス導入可否の判断に不可欠となる交通サービス指標の評価を行った。これにより、企業としては技術ブランドを高め、事業の拡大を図る環境を整えることができ、公共交通活性化プログラムなど国の支援事業と連携するための技術的基盤を確立できた。今後はさらに経済・福祉・環境の複合的な視点で評価システムを高度化し、交通サービスのサステナビリティ評価の有用性を浸透させていきたい。



工学研究科応用化学専攻助手 大平落 洋二 (Yoji Oderaotoshi)

プラント移行型医薬品合成システム構築のための新規反応手法の開発

近年、優れた機能をもつ医薬品や機能性化合物には不斉炭素を含むものが多く、光学的に純粋なキラル化合物を合成することのできる不斉合成は必要不可欠である。また、製造時のコスト面から、プラントスケールに展開可能な不斉合成が求められている。そこで我々は、将来的にプラントスケールに適用可能な不斉合成法の開発のために、2つの試みを行った。

1) ラセミ分子にキラルな不斉源を導入し、抽出操作によりエナンチオマーを分離する光学分割法: 一般に光学分割法は、不斉源を導入した後のジアステレオマーの分離が非常に困難な場合が多く、工業的には向かないが、本法では抽出操作のみで分離する方法を見出した。一例として、ピリジル基をもつラセミ体のアルコールを分離するために、3β-アセトキシエチエニックアシッド**2**と縮合させた化合物**1**は、**1S,2R**体**3**においては**C18**のメチル基とベンゼン環がCH-π 軌道相互作用により接近し、その電子移動により塩基性が大きく変化することが見出された(下図参照)。すなわち、この現象を利用することにより、**1R,2S**体**4**(ジアステレオマー)を酸性条件下での抽出操作のみで分離することが可能となった。本法を実際に医薬品合成に応用し、完全に光学的に純粋な目的物を効率的に得ることに成功した。

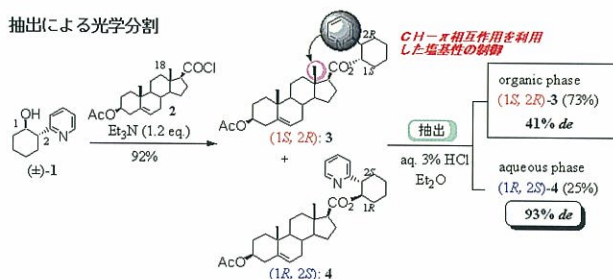
2) 2分子反応におけるそれぞれの基質をそれぞれ異なる触媒により活性化する2重活性化触媒的不斉反応: 反応基質の2重活性化により、これまでよりも穏和な条件で短時間に反応が完結し、あるいは反応が進行しなかった基質についても反応を進行させる

ことができる。例えば、*N*-ベンジリデングリシンメチルエステルと*N*-フェニルマレイミドを金属触媒、および塩基存在下反応を行うと、トリメチルアルミニウムのみではアゾメチンイリドが発生しないために反応は全く進行しないが、トリメチルアルミニウム、塩基存在下では、反応は24時間で完結し、シクロ付加体が得られた。同様に過塩素酸リチウム、塩基存在下でもトリメチルアルミニウムと同程度の反応時間が必要であった。ところが、過塩素酸リチウム、トリメチルアミン、塩基存在下では、わずか1時間で反応が終了することを見出した。もう一つの例として、*N*-ベンジリデングリシンメチルエステルとアクリル酸メチルを用いた銅-ホスフィン錯体触媒下の反応において、通常全く進行しない反応が、トリフルオロボラン・エーテル錯体を添加することにより進行することを明らかにした。

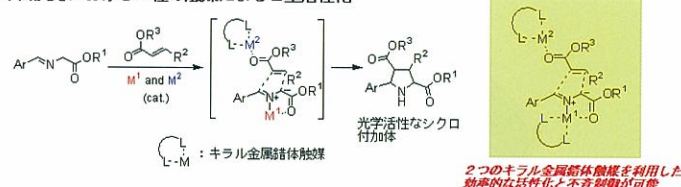
以上の結果から、このような反応操作の簡便化や効率的な触媒系を開発することにより、プラントスケールでの不斉合成反応が容易となり、医薬品合成などの光学活性化化合物が必要な分野に大きく寄与することができた。

大阪大学助手2名

1) 抽出による光学分割



2) 不斉反応における2種の触媒による2重活性化





理学研究科宇宙地球科学専攻助教授 山中 千博 (Chihiro Yamanaka)

環境電磁場観測ネットワーク開発と地震防災科学への挑戦

大地震前の電磁場異常、電子機器の誤動作やノイズ混入、あるいは動物異常行動などの地震前兆現象の多くは、その広域性、同時性から考えてパルス的な電磁現象として説明可能である。その詳しい機構は未だ不明であるが、たとえば、必ずしも破壊や変位に至らない地殻内の応力微小変動が広域で発生することによる電磁現象として考えられる。本研究は、いわゆる地震前兆現象の確認(Confirmation)とその原因解明の観点から開始された。我々は地震前兆現象の再現実験や、事後例の調査から行い、次第に電磁現象の機構モデル、地震発光現象などの理論的説明を試み、また動物異常行動についてその対電磁場敷居値に関する定量的実測や、地震前に現れた生物時計の乱れに関して、電磁場に暴露した生物の内分分泌物変動実験などを通じて解明を行ってきた。しかし、実際の地震に伴う電磁場変動の定量的観測はほとんどなく、電磁現象の多地域同時定量観測法の開発が必要であった。そこで自然電磁場変動を観測するために、学校・企業などの協力を得て観測拠点を設置し、現在その数は10数カ所(定置・短期含む)に及んでいる。本研究の大きな成果は、主として電場100 kHz-3 GHzにおける広帯域パルス電磁場の3方向絶対強度測定を行う定量的観測、および多地点観測における時刻同時検証による相関計測、および空間的減衰伝搬の計測手法を構築できたことである。また、各種センサー開発を含め、

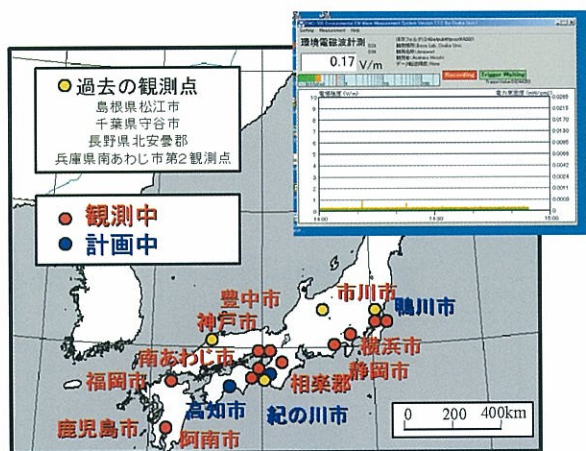
- 1) 通年で安定な広帯域電磁場強度自動観測ネットワークシステムの完成
- 2) 既知の電磁場発生源(人為・自然)の判定と分別、およびリズム解析手法
- 3) 地震電磁気現象・および観測ノイズ源の実験的解明 などを実施した。

また、ナマズ行動量観測ネットワークのテスト運用を題材に、汎用的なインターネット利用自動観測法の開発(e-research:e-learning にちなんだ筆者の造語)を行い、その問題点を抽出し、たとえばメールウェアを用いた自動観測ソフトを完成させた。今後広い分野で e-research 研究が進展することを期待している。

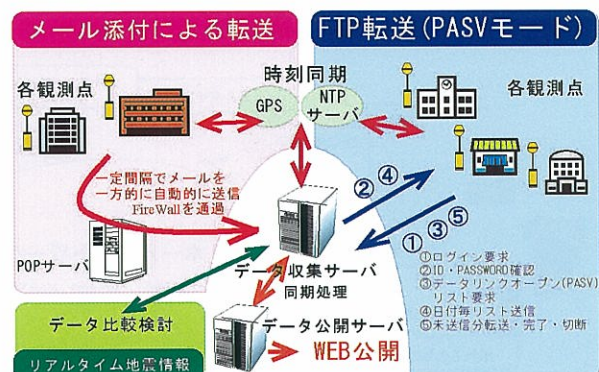
このほか、本研究は、都市環境の人為的電磁ノイズレベルの継続的観測という観点から、無線通信事業者や、研究者、市民の関心を引いており、電磁環境工学や電磁場影響調査に関わるデータ源として期待されている。そこで都市環境における人為・自然電磁場変動の解明と解析プロジェクトを立ち上げつつある。

電磁現象をはじめとする地震の前兆現象はしばしば大規模地震の前に観察・観測されているが、なぜそのイベントを特定の地震に結びつけられるのか?という認知的な問題を含んでおり、現象そのものの再現性、先行時間など不確定なものも多い。それゆえ、地震の前兆現象を認める立場であっても地震の直前予測は困難であるとされる。その点から我々は、最近完成し試行中であるリアルタイム地震情報システムに参加し、実際の地震活動情報と電磁場変動観測をリンクして綿密な解析を可能にする研究も行っている。

大阪大学助教授1名、教授1名、助手2名、
イスタンブール工大助教授1名、(株)アストム1名、学生8名(過去4年)



現在までの観測点とクライアント上の観測画面。サンプリングは最大50Hzで、グラフは1分ごとの平均値、ピーク値、および標準偏差を示している。



環境電磁場観測ネットワークの概要。時刻同期した各観測点のデータはインターネット回線を利用してサーバーに接続、自動的に公開される。ファイアウォール内の観測点については、汎用的なメール添付によるデータ受送信システムを開発した。またリアルタイム地震情報システムデータとの比較検討により観測精度を向上させている。



情報科学研究科情報システム工学専攻教授 尾上 孝雄 (Takao Onoyo)

ネット家電の実用化・普及のためのホームゲートウェイ集積化技術開発

ホームネットワーク（ネット家電および新サービスの提供）の実用化・普及による、便利、快適、安心な家庭生活の実現を目標に、家庭内の任意の場所あるいは宅外から、簡単な操作のみで家庭内機器を制御・モニタを可能にする、低コストかつセキュリティの高い、ホームゲートウェイおよびネットワークリモコン等の関連技術の開発を行った。具体的にはホームネットワークの実用化のため、

1. モバイル機器からアクセス可能で低コストなホームゲートウェイ
2. 操作性が高く、簡単な操作で機器の制御／
モニターが可能なネットワークリモコンのVLSI化設計技術
3. 宅外から安全に接続するための通信プロトコル
4. 家電機器とホームゲートウェイ間のアダプタに適用する
通信プロトコル変換技術およびそのVLSI化設計技術
5. 各要素間の通信プロトコルの考案、設計を行った。

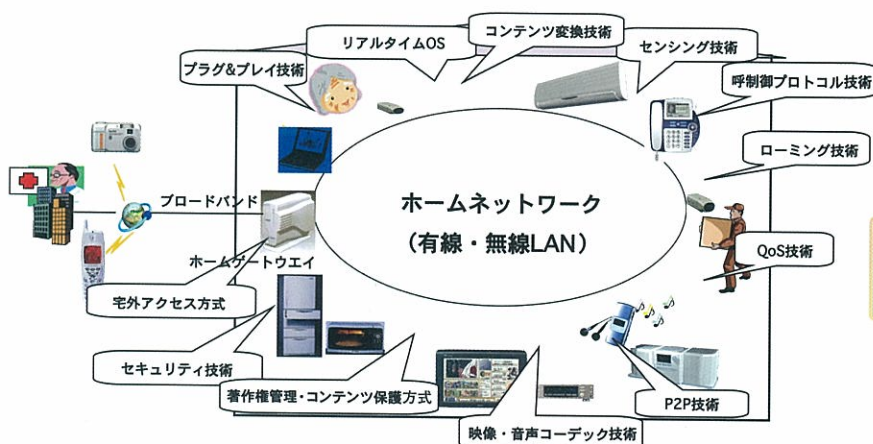
本研究では、ネットワークリモコン、ホームゲートウェイ、家電機器、家電機器用アダプタ等からなるホームネットワークシステムを対象としている。ネットワークリモコンの操作性、機器モニタ/制御の機能性、各処理主体の処理負荷、および、各ノード間の通信プロトコルの接続性等を検証するために、ネットワークリモコン、ホーム

ゲートウェイ、家電機器用アダプタにPCを用いた試作ホームネットワークシステムを構築し、実際に家電機器の操作・モニタを行うことで、本試作機が正常に動作していることを確認した。

機器アダプタの機能として電力線搬送の技術を確立し、実機により家電とサーバ間の双方向通信が可能であることを確認した。また、複数のユーザの利用状況を想定したネット家電制御に対して、そのソフト開発プラットフォームであるモバイルエージェントプラットフォームを開発し、それを用いて複数ユーザの競合回避プログラムを実装し実機検証により有効であることを示した。また携帯電話による宅外アクセスを実現したデモシステムを試作し、動作検証を行った。

さらにネットワーク非対応かつ外部制御用入力端子をもたない家電をホームネットワークに接続するため、レガシーアダプタを開発し、その制御プログラムの開発やシステム検証を行った。

大阪大学教授2名、助手3名、学生2名



ホームネットワークの利用形態



評価環境



藤田玄

情報科学研究科情報システム工学専攻教授 尾上 孝雄 (Takao Onoye) (リーダー)
先端科学イノベーションセンター助手 藤田 玄 (Gen Fujita)

ホームネットワーク向け高性能プラットフォームの研究開発

今後ホームネットワーク化が進み、情報家電がネットワークに接続されるようになると、情報家電上でさまざまな操作やサービスを実行するための高性能なプラットフォームが必要になる。

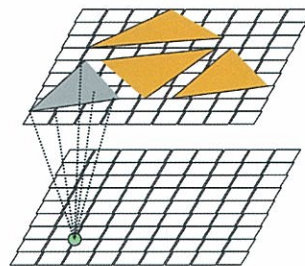
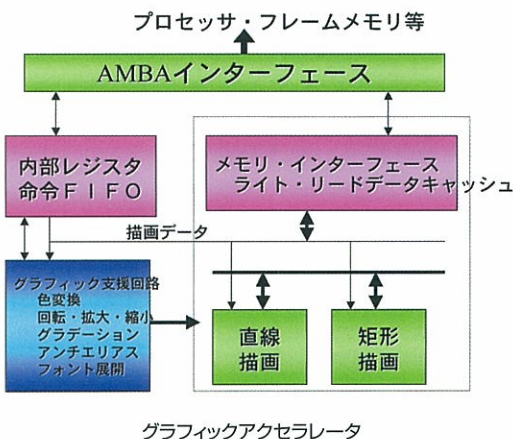
本研究では、このプラットフォームとしてCPUやOSを選ばないJavaが最も適している考え、Java高速実行環境であるTao社のintentを採用し、全体の処理性能を向上させるために、その中で最も処理が重いグラフィック処理の高速化を図ることを目標に研究開発を行った。

描画処理の高速化を図るためにintentのグラフィックライブラリの一部をハード化し、グラフィックアクセラレータの開発を行いさらに性能評価を行った。開発したグラフィックアクセラレータを使用することにより、ソフトウェアで描画処理を行う場合に比べ、ハード化したメソッド全体として30倍程の高速化を図ることができ、目標値を上回る高速化を達成することができた。特にアルファブレンディングを使う描写とline(任意の直線描写)の描写など複雑な計算を必要とする処理に対しては約50~100倍以上の速度アップが見られ、今回開発したアクセラレータを使用することにより非力なシステムでも豊かな表現を使って描写することが可能となる。hline(水平線描写)、fbox(矩形領域塗りつぶし)、blit(矩形領域コピー)など単純な処理については効果が小さかったが、

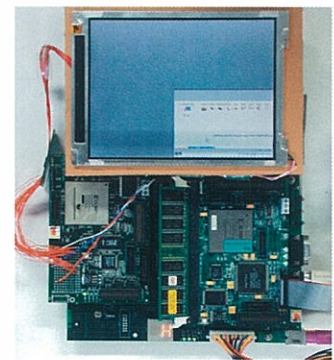
これらの処理に関しても、現状ではメモリアクセスがソフト処理の32bitアクセスに対して、アクセラレータでは16bitアクセスという仕様になっているので、これを32bitアクセスに改良することにより高速化が図れると考えられる。

また、次世代プラットフォームにおいては、動画画像符号化・復号化処理が重要であり、わけてもH.264は地上デジタル放送やHD-DVDに採用されるなど次世代画像符号化標準として有力視されている。次世代情報家電プラットフォームに動画コーデックは重要なテクノロジーであるが、H.264は符号化処理の演算量が課題となっている。本開発では、符号化処理の大部分を占める動き検出に対して、TS-ME(Triplet Search-Motion Estimation)アルゴリズムを提案し、その性能評価を行った。評価結果から提案手法を用いた場合、JM7.3に実装されているフルサーチ手法、および1/2、1/4画素精度の動き検出と比較して平均38倍高速であることが示された。さらにハードウェア合成システムBachによりハードウェア実装したところ、動き検出部の回路規模は8万ゲートであった。提案方法では、従来のH.264の性能を保ちつつ、演算量を大幅に削減できるため、低消費電力でのH.264符号器の実現が期待できる。

大阪大学教授2名、助手2名、シャープ株式会社3名、学生2名



TS-ME アルゴリズム



評価環境



密山幸男

情報科学研究科情報システム工学専攻教授 尾上 孝雄 (Takao Onoyo) (リーダー)
工学研究科社会連携室助手 密山 幸男 (Yukio Mitsuyama)

メディア通信処理への再構成可能なロジックの適用の研究

集積システムに高性能化、低消費電力化が求められる一方、設計期間の短縮化の要求、柔軟性の要求が高まっている。現在、プロセッサとASICを組み合わせたシステムLSIが主流となっているが、ASICのバグ修正や機能追加に多大な費用と時間を要することが問題となっている。そこで、FPGA等に代表される細粒度再構成可能デバイスが広く利用されているが、回路の修正・変更が容易になる反面、得られる性能が低いうえに回路規模が大きくなるのが問題となっている。これに対して、より高性能な粗粒度再構成可能デバイスが注目され、数多くの研究開発が行われているが、その多くは高い柔軟性と汎用性を重視しているため大幅な面積増加が避けられず、実用化において大きな課題となっている。

そこで本研究では、性能、汎用性、回路規模のトレードオフを考慮し、アプリケーションをメディア処理に限定することで高性能化・省面積化を図った粗粒度再構成可能ロジックの開発を行った。

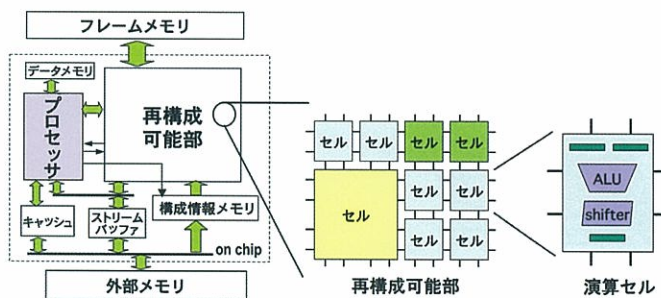
提案するシステムは、再構成可能部、構成情報保持メモリ、プロセッサで構成される。プロセッサとして、組み込み用途向け32ビットRISCコアを想定する。再構成可能部では、処理量が多いが比較的単純な処理を行い、プロセッサでは再構成可能部の制御、および再構成可能部には適さない処理を行い、アーキテクチャの柔軟性を確保する。再構成可能部は、8ビット粒度のセルと呼ぶ単位を多数配列した構造をもつ。基本セル、乗算セル、レジスタセル、

メモリセルの計4種類のセルで構成され、基本パターンをベースとするヘテロジニアスアーキテクチャを採用する。構成セルは、その種類によって異なるセル機能部と、共通の構造を持つ配線部で構成される。本リコンフィギュラブルアーキテクチャは、以下の点を考慮することにより小面積化を図った。

- ・複数種類のセルの粒度、機能、およびその構成比率をメディア処理に最適化
- ・配線接続を隣接セル間のみに限定することによる配線構造の簡素化
- ・論理構成情報の削減による構成情報メモリの小型化
- ・プロセッサとの協調動作の効率化

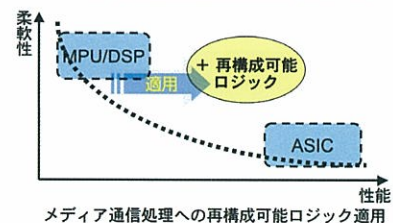
本システム上にMPEG-2デコーダ、H.263ベースラインデコーダおよびMPEG-4シンプルプロファイルデコーダのマッピングを行い、性能と面積の見積もりを行った。その結果、MPEG-2デコーダ専用回路の約4倍程度の面積で複数の画像符号化方式に対応するデコーダが実現できることを確認した。さらに、開発した再構成可能ロジックの実用化を目指し、自動配置配線ツールの開発、ならびに回路構成情報からハードウェア記述言語を生成する動作検証用ソフトウェアの開発を行った。

大阪大学教授2名、助手2名、学生2名



リコンフィギュラブルシステムアーキテクチャ

1チップでの複数のメディア通信処理方式を実現するためには・・・
⇒ 高い柔軟性と高性能化の両立が不可欠



再構成可能ロジックを適用したメディア通信処理システムLSI
⇒ 高性能、高柔軟性、小面積



工学研究科電気電子情報工学専攻教授 三瓶 政一 (Seiichi Sampei)

インテリジェントな無線伝送技術を用いた高速無線アクセスの実現をめざして

無線通信は、遠く離れた機器間でも、線を張ることなく情報のやり取りができることから、最近では、動画像まで含めたマルチメディアサービスを提供するためのインフラとして、様々なシステムが構築されている。その中でもPHSは、広いエリアでデータ通信をサービスするインフラとして進化しており、より高速に情報のやり取りが可能となるブロードバンドインフラとして開発が進められている。

動画像まで含むブロードバンドワイヤレスマルチメディアサービスを実現するためには、電波の状態が良い場合には高速にデータを伝送し、電波の状態が悪い場合には低速通信で通信品質の安定化を図るなど、電波伝搬環境に応じて変調方式を切り替える適応変調方式や、アンテナビームの指向性制御等の、インテリジェントな無線伝送技術が不可欠である。本プロジェクトでは(図1参照)、平成14~15年度に、高度化PHSにおいて、伝搬環境があまりよくないときには現行基本サービスである32 kbit/sの伝送が可能な変調方式($\pi/4$ -shift QPSK)を用いる一方、端末が基地局に近いなど、伝搬環境が良好な場合には64kbit/sの伝送が可能な変調方式(16QAM)を用いる適応変調アルゴリズムを確立した。また、適応変調方式とSDMA(Space Division Multiple Access:空間分割多元接続)を融合させるアルゴリズムを確立させた。

その結果、伝搬環境があまりよくないときには現行基本サービスである32kbit/sの伝送が可能な変調方式($\pi/4$ -shift QPSK)を用いる一方、端末が基地局に近いなど、伝搬環境が良好な場合には64kbit/sの伝送が可能な変調方式(16QAM)を用いる適応変調方式を適用した高度化PHSは、ユーザレートの高速化に有効なことで、SDMAとの複合時にも良好に動作することを確認した。これらを技術を導入し、1ユーザへ1フレーム内の全スロットを割当てると、1Mbit/s程度の伝送が可能となる。

一方、平成16~17年度には、ユーザに対して効率的に無線リソースを割当てること、適応変調とSDMAの利点を、より効果的に発揮させるためのスケジューリング方式を開発した。図3は、セル内に5端末をランダムに配置し、これらが1つのスロットを共有する場合のユーザスループット特性である。スケジューリングと適応変調の複合効果により、端末の位置によらず、高いスループットが得られている。

以上に示したように、本プロジェクトでは、PHSに対してインテリジェントな無線伝送技術を適用することで、伝送速度の向上と無線リソースの一層の有効活用が可能であることを確認した。

大阪大学教授1名、助教授1名

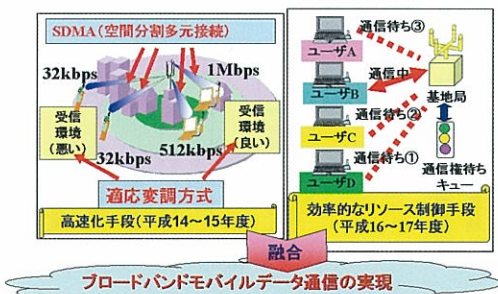


図1 プロジェクト概要



図2 開発した高度化PHS試験装置

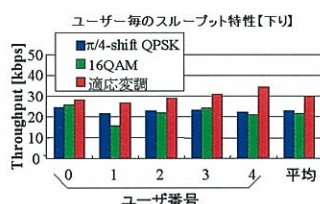


図3 適応変調とスケジューリングを融合したシステムのスループット特性

三洋電機株式会社 デジタルシステム研究所 通信システム研究部長 宇野 誠一

ユーザのワイヤレスブロードバンド指向に対応し、私どもは次世代のワイヤレスブロードバンド通信の実現に対応すべく研究を進めております。大阪大学で研究をされてきたインテリジェント無線伝送技術は、その実現には必要不可欠な技術といえます。本枠組みを利用した今回の共同研究では、大阪大学において蓄積されてきた適応変調やスケジューリング技術をはじめとしたインテリジェント無線伝送技術と、私どもの持つSDMA技術(Space Division Multiple Access:空間分割多元接続)を融合させた検討を行うことで、問題点の洗い出しや実用化への見通しを意識した技術の確立を早期に行うことができました。

sampei@comm.eng.osaka-u.ac.jp [contact us](#)



吉川秀樹

大学院医学系研究科器官制御外科学

教授 吉川秀樹 (Hideki Yoshikawa) 助教授 菅本一臣 (Kazuhito Sugamoto)

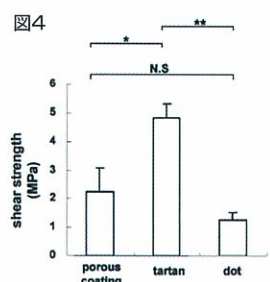
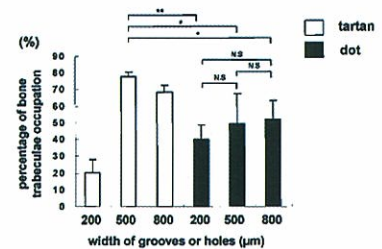
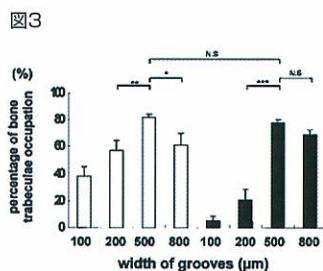
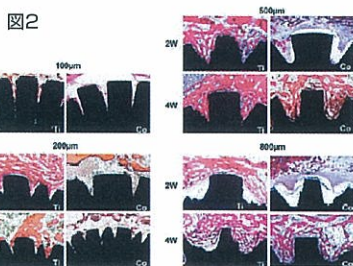
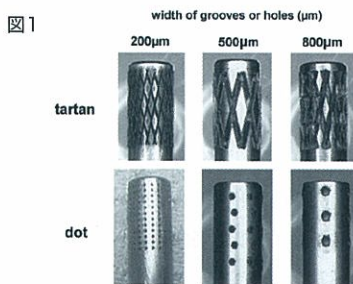
レーザーを用いた新しい人工関節の開発

人工関節手術は関節可動性や支持性が保たれ、機能改善につながるが、長期的に観察すると人工関節と骨もしくは骨セメントの間の固着が弱くなり(ゆるみ)、このゆるみが進むとインプラントがずれたり、脱転したりして関節としての機能を果たさなくなる。従って、人工関節の初期固定性の向上が強く求められる。現在は人工関節の表面加工にポーラスコーティング法が用いられており、健全な骨組織がポーラス部分に成育し最終的に固着することが期待されている。しかし、コーティング部分が時間とともに剥がれるというthird body wear particlesの問題も指摘されており、またポーラスコーティングされた金属表面の骨との固着に関する利点についてははっきりしていないというのが現状である。骨—金属間の固着に対して金属表面の形状が重要で、骨組織や細胞にとって最適な成育環境を提供するような形でなければいけないためその形状を探るべく多くの研究がなされてきたが、いまだどの形が骨伝導や固着に適しているか、形によって骨伝導の速さに違いがあるのかなどわかっていない。これはポーラスコーティング法では人工関節のような三次元で複雑形状の金属表面を正確に制御することが不可能であり、得られた表面形状が最適な形状でないからである。そこで我々はポーラスコーティング法のように金属粒子を付け加えるのではなく、金属表面にYAGレーザー(ヤスオカ株式会社、大阪)を用いて微細な形状を形成するという加工法を確立し、人工関節のような複雑形状の金属表面にも正確な微細表面加工が可能となった。今回、この加工法を用いて表面形状が

骨伝導や固着に与える影響を調査した。実際には直径5mm、長さ15mmのチタン及びコバルトクロム製の金属にYAGレーザーによって表面加工を行った。表面加工のパターンは、いくつもの溝がクロスした格子状の形状(tartan check shape)といくつもの穴が集まったdot shapeを作成した。溝や穴の幅は100,200,500,800 μ mの4種類で、深さは500 μ m、であった(図1)。コントロールとしてポーラスコーティングのサンプルを用いた。これらをラビットの大腿骨顆部内側にドリルホールを形成して挿入、設置した。安楽死させたラビットから取り出された大腿骨顆部を取り出し、組織切片のヘマトキシリン—エオジン染色を行った。手術後2及び4週のサンプル(図2)に対し、溝及び穴内部へ侵入した新生骨の定量を行った(図3)。更に、押しめき試験によって骨—金属間の固着力を測定した(図4)。

結果、我々はコンピューター制御によるYAGレーザーによる三次元の形状の金属に表面加工を施すことができ、その技術によって形成された幅500マイクロメートルの溝が格子状に重なった表面形状は優れた新生骨梁の侵入を示し、従来の表面形状(porous coating)よりも飛躍的に骨—金属間の固着力を向上させることがわかった。

教授1名、助教授1名、株式会社ヤスオカ1名





基礎工学研究科システム創成専攻助教授 作田 健 (Ken Sakuta)

超高機能磁気・光プローブ心臓診断医療技術の開発

高齢化社会を迎えた世紀において、医療福祉工学の進展は重要な課題の1つです。医療診断機器に関していえば、従来からの診断技術に加えて新しい診断技術の確立が求められています。そこで、従来の診断医療にはあまり利用されていない磁気および光をプローブとする診断技術の開発を目指しました。具体的にはシールドレスSQUID心臓磁気計測システムの開発と近赤外スペクトロスコピーによる3-D画像化システムの開発およびそれらの複合化です。心臓は、心電図が測定されることから分かりますように、その鼓動に伴い微弱な電流が流れています。この微弱電流が作る磁界を計測することで、心電図とはまた違った情報を得ることができます。しかし、この磁界は非常に小さく、測定できる計測器は、超伝導量子干渉素子(SQUID)をもちいた磁束計しかありません。このSQUID磁束計を用いて極微弱な心臓磁界を、環境磁界遮蔽なしで計測できるシステム"Open-SQUID"の研究開発を行いました。実際の生体磁気計測では、環境磁気雑音と呼ばれる周辺環境に存在する磁界の対策が非常に大きな課題となります。心臓磁界強度はおよそ100pTのオーダーであるのに対し、電波や交通機関の移動等で発生する都市雑音は100nTオーダー、地磁気に至っては50mTにもなります。一般には、高透磁率材料で出来た部屋あるいは簡易的には筒状にしたトンネル状のシールドによって、環境磁気雑音を遮蔽し、測定場所の環境磁界をほぼ零にして、測定が行われます。しかし、このシールドは非常に高価であり、また、据え

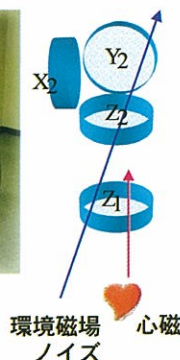
置き型となるため、汎用性、可搬性に乏しくなります。そこで、電子差分方式による磁気シールドレス心臓磁気計測システム"Open-SQUID"を試作しました。本システムの特徴は、磁界遮蔽なしの状態での安定動作を目的としたアクティブ・ノイズ・コントロールシステムの採用、および計測した心臓磁界信号のデジタル・フィルタリング処理です。

ところで、最近の医療装置は、イメージ化技術がどんどん取り入れられています。本システムにおいても、イメージング技術との融合を検討しました。近赤外光は、人体にかなり深く(5-8cm)浸透します。光をプローブにする測定は、心臓磁界計測に影響を及ぼさないで、磁気と光による計測を同時に行うことができます。さらに、磁界計測は主に心臓神経電位に誘発されて生じるカルシウムイオン電流のダイナミクスを診るのに対して、光計測は、血流ダイナミクスを診るので、両者を複合した新しい心臓検診装置は確度の高い結果を与えることができると考えられます。これらの性質を利用して、近赤外光によるCCD散乱光解析による心臓血流診断システムの基礎検討を行いました。具体的には、生体内光散乱過程シミュレータの構築、および実際の近赤外光による生体内散乱光プロファイルによる血管位置推定を試み、面内、深さに関する位置推定実現の可能性を見出しました。

大阪大学教授1名、助教授2名



$$\text{心磁} = Z_1 - \alpha Z_2 - \beta X_2 - \gamma Y_2$$



磁気シールドをもちいないOpen-SQUID心臓磁気計測装置とその原理図。心臓に近いSQUIDは、心臓からの磁束と環境からの磁束を検出する。心臓から遠いSQUIDは、環境からの磁束だけを検出する。2つのSQUID出力の差は、心臓からの磁束だけとなる。



近赤外画像化システムのイメージ図。近赤外光を人体に照射し、CCDカメラで撮像すると、血流が明瞭に観察できる。



工学研究科電気電子情報工学専攻助教授 宋 文杰 (Wen-Jie Song)

大脳電気刺激による聴覚感覚代行に関する研究

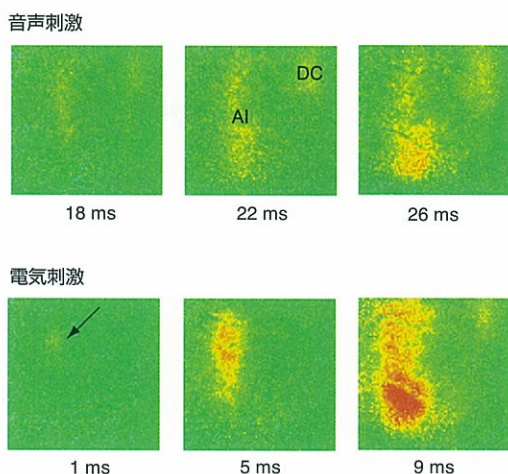
聴覚は我々のコミュニケーションにとって不可欠な感覚機能である。音声信号は内耳において神経信号に変換され、聴神経を経由して中枢に送られる。末梢から中枢にいたる経路のどこかで障害が起きると、聴覚を失うことになる。これまで、内耳有毛細胞変性による失聴に対し、人工内耳が開発され、実用化されている。これは、内耳蝸牛において音声周波数分解され、空間的に表現されることを利用し、多電極を用いて音声周波数に応じて内耳蝸牛の特定部位を電気刺激することで、聴覚を生じさせるものである。しかし、この方法は両側の聴神経を失った患者には使用できない。本研究では、聴神経損傷者のために、大脳皮質聴覚野刺激による聴覚感覚代行を提案し、その実現の可能性を動物実験を用いて検討することを研究目的とした。この目的を実現させるために、1) 音声刺激によって皮質一次聴覚野でどのような反応が発生するかを明らかにし、その反応はどのような電気刺激で再現できるかを明らかにする必要がある。2) 音声刺激で生じるような反応を電気刺激で発生させた場合に、動物はその音声を受容するか否かを明らかにする必要がある。

上記1)のために、我々は大脳皮質の活動を多点的に計測する光計測法を用いて、モルモットの一次聴覚野において、純音刺激に対し、帯状の領域が活動することを明らかにした。また、刺激音の周波数に従って、大脳皮質における帯状の活動領域が規則正しく空間的に並んでいることも明らかとなった。純音刺激に対する大脳皮質の反応を電気刺激で再現させるために、皮質表面に対する

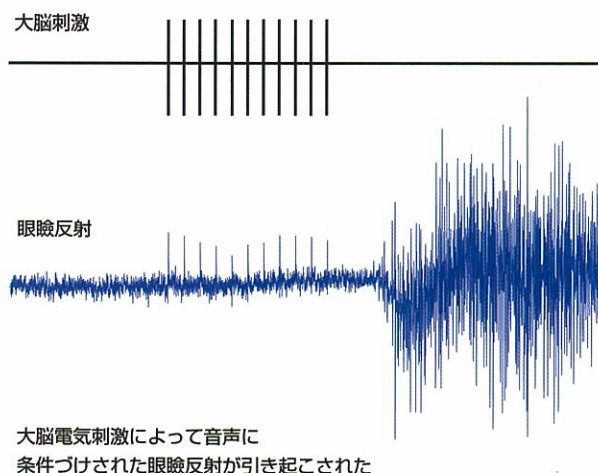
電気パルス刺激を行った。その結果、純音による帯状の活動領域が大脳の一ヶ所の部位に対し、単発のパルス電流を与えることで再現できることが明らかになった(図参照)。この結果は大脳皮質電気刺激による聴覚感覚代行に非常に重要な意味をもつ。内耳においては、音声周波数が空間的に次元に展開されるので、複数の電極を空間的に一次的に配置すれば、周波数の可聴帯域をカバーできるが、大脳皮質は二次元のシート状になっているので、刺激電極が二次元に配置することが予想されていたが、本研究の結果より、大脳皮質においても、刺激電極を周波数軸に沿って一次的に配置すれば、可聴帯域をカバーできることが明らかとなった。上記2)のために、我々は、単一音声と眼瞼への電気刺激の条件づけ学習により、学習成立後、大脳への電気刺激が音声刺激の替わりになるのか否かを行動実験によりテストした。大脳への電気刺激は予め埋め込んだ慢性電極を通じて行った。また、この慢性電極を記録電極として用いて、音に対する反応を記録し、電極の場所に対応する皮質部位の周波数を同定した。結果、学習成立した動物では、大脳に対する電気刺激によって、音声に関連づけた学習行動(眼瞼反射)を引き起こすことができることが示された(図参照)。

本研究の成果は聴神経損傷者に対し、大脳皮質一次聴覚野の周波数軸に沿って一列に電極を配置することで、電気刺激による聴覚感覚代行の可能性を強く示すものである。

大阪大学助教授1名、助手1名、学生6名



音声刺激による大脳反応は電気刺激で再現できた



大脳電気刺激によって音声に条件づけされた眼瞼反射が引き起こされた



工学研究科フロンティア研究機構特任教授 田中 万里子 (Mariko Tanaka)
サンフランシスコ州立大学名誉教授
POMR Inner Core 代表取締役社長

POMRによるトラウマの解消と創造性の活性化及び意欲の増進

日本のビジネスの動向はベンチャービジネスの起業創成を必要としている。ここで問題となるのはそのために必要な創造性や意欲が若者に欠けていると言われていることである。この問題を我々は子どもの発達過程の体験の他に学校教育の様式や制度が作り出すトラウマが引き起こしているのではないかと考えた。ここで定義するトラウマは広義なものである。このプロジェクトは抑圧された創造性や意欲の活性化または回復を、田中万里子によって開発されたPOMR(Process Oriented Memory Resolution)という心理的なアプローチを用いて図ろうとした。POMRは人の自分が行動したいようにすることをしばしば阻むトラウマの解消とトラウマ体験時に形成された自己概念、人生観等についての信じ込みの入れ替えを図るものである。

2002、2003年に創造性開発におけるPOMRの有効性を確認するためのプロジェクトを行った。20歳から57歳の38名の研究者及び学生を被験グループとコントロールグループに分け、被験グループにPOMRを6回執行し、POMR執行前後に創造性に関する評価テストを実施したところ、統計的に有意性のある向上がみられた。また、被験グループ19名のうち17名が主観評価においても肯定的な変化があったと回答した。主観評価の主なコメントは次のようなものであった。

- ・自分が思っている事を言えるようになった。
- ・周囲の目を気にしすぎるような事が少なくなった。
- ・自分の意志をできるだけすべて相手に伝えられるようになった。
- ・自分の思考の中ではすでにたいした事ではなくなっている過去の嫌な記憶が、実際には感情的に多大なマイナスの力となって働いて

いることを理解させてもらいちょっと驚きであった。

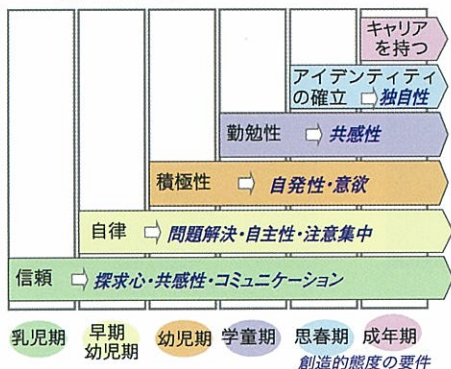
コントロールグループのメンバーにもプロジェクト終了後にPOMRを6回執行したが、主観的評価は被験グループと類似したものであった。

- ・プロジェクトにてPOMRを受けた人のその後の報告は以下のようなものである。
- ・POMRを受けた人数が多い研究室では、積極的な態度が目立つようになり、研究予算が3年間で約10倍になった。
- ・研究者間のコミュニケーションが良くなった。
- ・成功すると思っ研究を始めることができるようになり、成功イメージがあるために意欲的になれる。
- ・「キャンパスベンチャーグランプリ全国大会」テクノロジー部門MVP受賞した。
- ・子育ての大切さに気づき、関心を持つようになった。
- ・失敗を恐れることがなくなり、数々の研究成果をあげ、大学発ベンチャー“創晶”を起業できた。

このようにPOMRが研究者及び学生の意欲や創造的な態度を活性化できることが明らかになったので、過去2年間にわたりおよそ100名の学生及び研究者に対してPOMRセッションを提供してきた。その結果、POMRを受けた人の多くは意欲が高まり、創造的な態度を持って研究や学業に臨めるようになったと報告してきている。我々はさらに従来マンツーマンで行っているPOMRの一部のステップをグループで行うための開発研究に取り組んでいる。

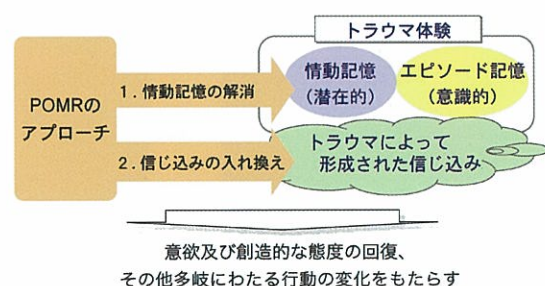
大阪大学助教授1名、特任教授1名、企業など3名

各発達段階における成長課題



創造性は各発達段階ごとの課題をこなすことで育まれる
POMRはトラウマによって阻まれた課題を習得し直すことができる

POMRによるトラウマ解消のプロセス





基礎工学研究科システム創成専攻助教授 高原 淳一 (Junichi Takahara)

フォトンブロックの創成～光をあそぼう

光は照明、光通信をはじめとして生活には欠かせぬものであり、現代技術の象徴でもあります。このため21世紀は光の時代ともよばれています。一方、ハイテク化した現代社会は生活が便利になる反面、装置の多くがブラックボックス化し、我々は装置の中身が全くわからないという漠然とした不安感に包まれています。このため時代の空気は明快さのメタファーとして、物理的に中身が見えるという透明性を求めているように見えます。スケルトン素材の流行をはじめ、建築においてもガラスが多用されるなど、透明性への要求は具体的な形となって既に表れています。

最近、大阪大学において透明な発光体を実現できる新しい物質「希土類錯体」が開発されました。これは光と透明性という2つのキーワードの具体化といえます。我々はこの透明発光体を応用することにより、19世紀の積み木玩具、20世紀のプラスチックブロック玩具に続く21世紀の新しい玩具として光のブロックを開発しました。そして、これを光の量子をあらわすフォトン (photon) から「フォトンブロック」と名づけました。

フォトンブロックは発光するオブジェを自由に作製できる文字通りの光のブロックです。透明プラスチックを単純に発光ダイオードで光らせると、全体ではなくエッジ部分のみが発光しますが、希土類錯体を用いると全体を均一に発光させることができます。希土類錯体は既存の蛍光体と異なり発光前は無色透明ですが、ブラックライトや発光ダイオードにより励起することで、赤色や緑色に発光します(図1、ここで青色は既存の蛍光体)。さらに既存の色素と

比べて希土類錯体は毒性がなく長寿命です。無色透明なので発光色が予測できないという新しい特色もあります。光の3原色がそろると互いの光線が交じり合い、見る方向によって黄色、マゼンタ、シアンをはじめ複雑な混合色が得られます(図2)。その色は簡単には予測できず、思いがけない発色パターンを通じて、イマジネーションを刺激します。

さらに我々はブロックを用いて光に関する物理教育を強化すべきだと考えて、プラスチックブロックを用いた光学マウントシステムについても研究を行いました。従来の光学マウントは専門家向けであり、金属製のため重く、固定には金属製定盤が必要でした。プラスチックブロックを用いた光学マウントシステムは組み立てや分解が早く、安価で、軽く持ち運びが容易という利点があります。光学教育への利用を目指し、レゴブロックを利用した様々な光学システムを提案しています(図3)[1,2]。また、これらを大学学部教育において実際に使用しているほか、物理教育教材として、高校教諭とも連携して開発をすすめています。

これら2種類の光のブロックは玩具 (toy) と教育 (education) が融合したエデュトイ (edutoy) として edutainment の推進に貢献すると考えられます。

参考文献

[1] 高原淳一ら: "光子ブロックって何?" Optronics, No.254 (2003) pp.150-156.

[2] 高原淳一ら: "レゴブロックを用いた光学マウントシステム"

第50回応用物理学関係連合講演会 講演予稿集, No.1 (2003) 28a-P7-14, p.1490.

大阪大学教授2名、助教授2名、助手2名、研究員1名

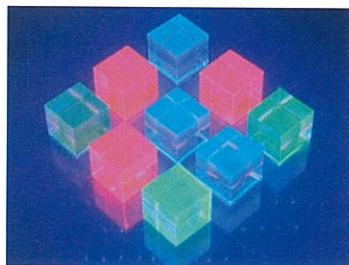


図1 光の3原色に光るフォトンブロック

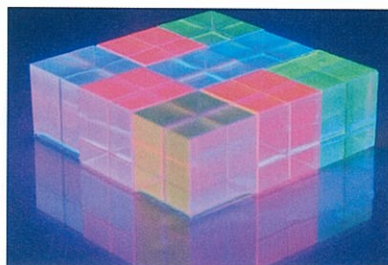


図2 フォトンブロックは近接させると様々な色を見せる



図3 プラスチックブロックを用いた光学システムの例(分光実験)



工学研究科国際交流室留学生相談部主任講師 芦沢 真五 (Shingo Ashizawa)

大学国際化のためのオンライン・コミュニティの実証的研究

外国人留学生や研究者を多く受け入れている大学が掲げている課題の一つに、彼らに対する情報やサービスの提供環境の整備があるが、この現状問題を解決したり、成功例を聞くことは少ない。我々は、このような現状を改善するという目的のもと、外国人留学生や研究者が主体的に参加できるコミュニティを形成するという方法で研究を進めてきた。

その実証的研究の場として立ち上げられた、GCN (Global Campus Net) Osakalは、大阪大学の外国人研究者や留学生を主な対象とするオンライン・コミュニティであり、2004年5月試験運用を開始した。このサイトには、オンライン日本語学習教材、医療情報、子育て情報、住宅情報、奨学金情報、リサイクル物品情報など外国人のための情報が掲載されているとともに、電子掲示板(BBS)を使って、メンバー同士が情報交換することが可能である。掲示板は、多言語に対応しており、外国人が母語で情報交換することが可能である。コアメンバー(大阪大学所属の留学生)約1,000名とメンバー(大阪大学教職員、日本人学生、地域ボランティア、地方自治体)若干名でスタートした本サイトも、約1年半のうちに、登録者数1,975名(うちコアメンバー1,106名、メンバー869名)を数えるまでになった。

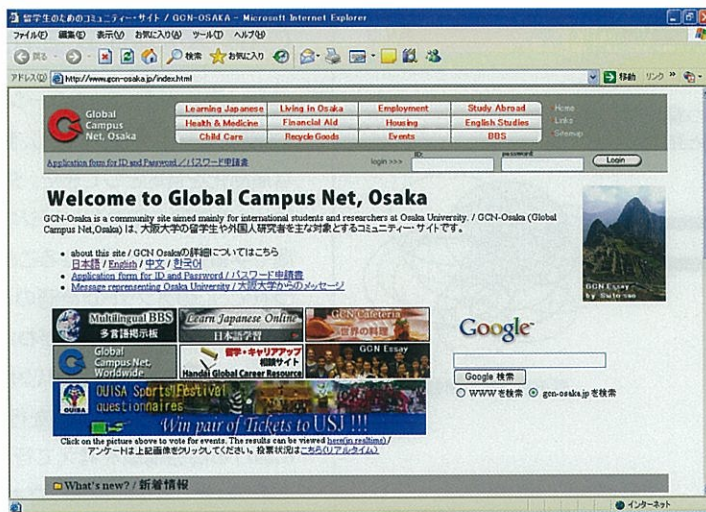
多言語掲示板や日本語学習教材は特に人気があり、多くの人に利用していただいているが、サイトをさらに使いやすく、便利なものにするために、運用開始後数回に渡り留学生や日本人学生、国際交流関係者にヒアリングを行ない、デザインの改訂・新規コンテンツの開発を継続して行ってきた。具体的には、2005年2月のページの

全面リニューアル、アンケートシステム、オンライン日本語学習教材の開発、大阪大学卒業生のための同窓会サイトGCN Worldwide (<http://www.gcn-worldwide.jp/>)との連携システムの開発、各情報の掲載である。アンケートシステムの開発によって、利用者の意見を収集できるような体制になったほか、留学生会のイベント(スポーツ大会時の希望種目投票)等にも活用されている。また、住宅情報や求人情報、奨学金情報、イベント情報を希望者に配信するだけでなく、各ページのトップに掲載できるようにシステム変更を行い、より多くの利用者に手軽に情報が得られるようにした。現在では、大学内の国際交流担当者や地方自治体、住宅斡旋業者が情報を入力できるようになり、GCN Osakalに最新の情報が集約されるような体制になっている。日本語学習教材に関しては、利用者にヒアリングを行いながら、ニーズ別教材を留学生センター教員と連携し開発を行っている。

さらに、大阪大学のポータルサイトを經由してそのままGCN Osakalにログインできるように、サイバーメディアセンターと連携を行うことにより、大阪大学内の教職員、日本人学生にも広く利用していただけるような工夫を行った。

以上のように、キャンパスの国際化への貢献を目標としてスタートした本サイトであるが、結果として、大阪大学内の様々な方に利用いただいただけでなく、地域貢献、地域の国際化にも貢献する基盤を形成することができた。

大阪大学教授2名、助教授2名、講師1名、特任助手1名、(株)凡人社2名、学生5名





元工学研究科フロンティア研究機構特任助手 池田 和弘 (Kazuhiro Ikeda)

“超”短期口頭コミュニケーション能力養成システムの開発

英語のみならず中国語などの会話能力にかんしても、一般社会および企業レベルで強いニーズのあることは周知の通りである。しかし、会話力を数ヶ月～1年程度の短期間で養成することはきわめて難しい。応用言語学においても、黎明期を入れるとすでに100年以上の探求が行われているが、それにもかかわらず、「このようにすれば短期間に話せるようになる」という具体的な成果を出せたものは極めて少ない。しかも、その数少ない成功例においては、対象言語のみを使用するという環境下で1日10時間前後の学習を数ヶ月にわたって行うことが要求される。このような条件を、日本国内の日常生活において実現することはまず不可能である。

本研究では、焦点を「会話能力の養成」のみに絞り、最短時間で外国語を話せるようになる方法論を探究した。当初は最低6ヶ月を要すると予想したが、中国語とイタリア語を使った実験の結果、実際には1ヶ月半で、「外国語を話すとはこういうことか」と実感できるプログラムを作ることができた。本システムでは文法をいっさい使用しないため、どのような言語にも対応可能である。また、学習者は、1ヶ月半単位ごとに明確な学習成果を出せるため、高いモチベーションを維持しながら、6ヶ月でかなり流暢な会話が可能になると考えられる。

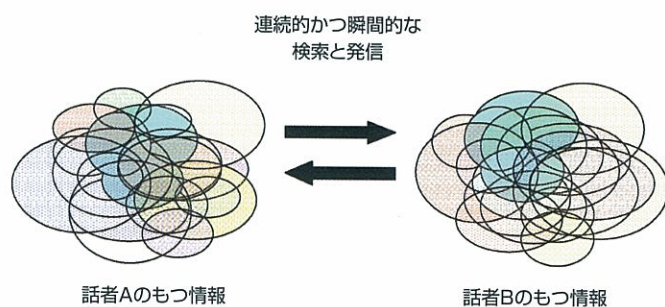
本システムの根幹となる認識は3点ある。第一点は、会話においてはごく簡単な内容について話す場合でも莫大な量の情報が脳内

でやりとりされており、しかもそのほぼ100%が母語によって得られたものであるということ。第二点は、その莫大な情報は全部が1つのかたまりとしてあるのではなく、一定のカテゴリーによって分類しうる多数のグループが複合的、重層的につながりあっているということ。第三点は、会話はきわめてダイナミックな情報処理のプロセスであり、実際に会話を行うというステップがあつてはじめて身に付くということである。

第一点にもとづき、本システムでは日本語を積極的に利用する。また、第二点にもとづき、学習対象となる表現のカテゴリー化に注意を払う。そして、第三点にもとづき、学習者同士のインタラクション、すなわち会話練習を、トレーニングの一部としてシステムの的に保証している。

どのような教育システムにおいても、短期間で成果が実感できるという点はきわめて重要であるが、とくに語学の場合には、その習得の難度からいってこれは決定的な要素である。本システムはこの点をクリアしており、かつ、多言語対応である。本システムが日本のみならず世界の語学教育の場になんらかのインパクトを与えることを期待している。

大阪大学特任教員1名、学生2名



CAIシステム株式会社

「6ヶ月で英語コミュニケーションを可能にする養成システムの開発」というテーマに対し、我々は、その研究成果の具体的な商品化を目的としてきた。ターゲットとしては社会人、特に忙しくて時間の取れないビジネスマンである。それゆえ短期間で学習効果が体感できることは重要要素だ。開発が進むにつれて、このメソッドが英語のみに適応できるものではなく、多言語に応用できることがわかってきた。このことは商品化するにあたって非常にインパクトのある重要なことで、この視点を中心に、更なる実証試験を行おうとしている。ビジネスマンにおける商品構成を考えて行くときに、第三点のインタラクティブな練習においては、ITを利用したTV会議システムの応用も視野に入れている。



工学研究科フロンティア研究機構特任助手 島 広樹 (Hiroki Shima)

市民の政治参加のための社会情報基盤を創る

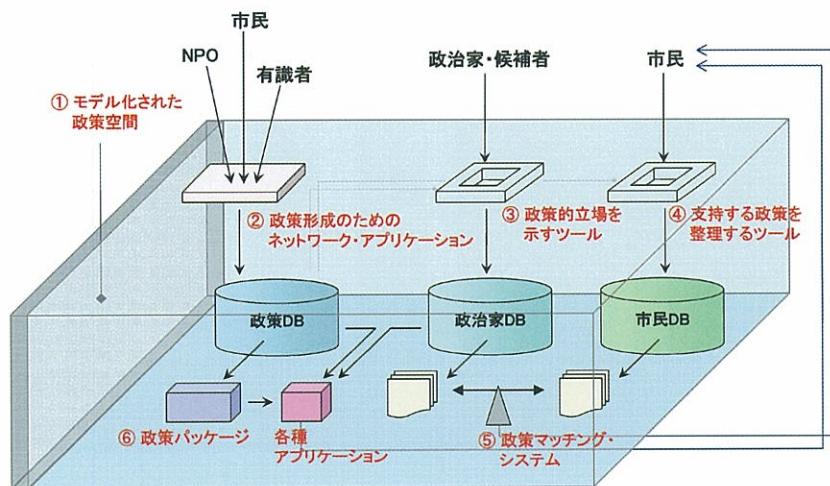
社会や産業の発展は制度のあり方に大きく依存する。社会や産業の発展が停滞する原因のひとつは、政官業の癒着などにより優れた制度を構築するメカニズムが失われてしまうことにある。それは民主主義社会では、市民意識の低下や政治参加の喪失とパラレルな関係にある。一方、高度な情報技術が社会に浸透し始めて久しいが、ビジネスの分野において洗練された情報システムが次々と登場しているのに対し、政治システムの分野におけるイノベーションはまだほとんど進んでいないという現状がある。そこで本研究では、高度情報社会に相応しい新たな政治システムの可能性を探るべく、調査、観察、分析、社会的実験等を通じて、政策コミュニケーションのための社会基盤の可能性を模索した。

本研究では、まず情報技術によって政治を中心とした社会システムにどのような変化をもたらされるかに関する調査研究を行った。新しい政治システムにおいて主要な役割を担うアクター（市民、政治家、利益集団、専門家、企業など）の役割を再定義し、各アクターがどのように政治に関与すべきかについて検討した。各アクターの役割が政治システムにおいて適切に機能するためには、それぞれの社会的関心に基づく十分なインセンティブと日常的に接触される政治参加の機会が不可欠であり、そのための具体的なしくみが不可欠であることが確認された。また、高度情報社会において、政策プロセスがどのように再構築されるかについて検討した。情報技術は時空を隔てた専門性や作業の結びつきを可能とし、これら

を効果的に組み立てることにより、これまで不可能だった政策プロセスを実現することが可能となる。さらに、多様な立場のアクターが政策形成のプロセスに参加し、市民の一人ひとりが自分の求める政策について考えていくために、どのような機会が必要とされるかについて検討した。街宣活動、葉書、ポスター、チラシといったコミュニケーションの効果が低いメディアに依存しない新たなコミュニケーション機会の必要性が確認された。

また本研究では、実験用に構築された政策コミュニケーション・システムの一部を実社会のなかで試験的に運用することにより、こうしたシステムがいかに必要とされているか、及びどれだけ効果的に機能するか、といった点についての調査を行った。実験システムは、政策コミュニケーション・プラットフォーム (Ver.1.0) のモデルに定義されたコミュニケーション・システムの一部を実装したもので、国政選挙において有権者が自分の支持する政策に基づき、どの政治家を選ぶかに関する意思決定を支援する機能等が含まれる。また、利益集団や専門家などのアクターに対しては政策的なイシューの提供を通じて実際の政策プロセスに関与する手段が提供された。実験では、政策に基づく政治家選択の手段に対するニーズは高く、選挙に対する関わりかたが変わると考える有権者が多数いることが確認された。選挙を身近に感じる有権者が増加すれば、近年低下傾向にある投票率の改善に貢献する効果が期待される。

大阪大学特任教員 1名



政策コミュニケーション・プラットフォーム (Ver.1.0) の概念図