

ハイテク・リサーチ・センター
2007 年度研究報告

新規高効率リン光発光性銅(I)錯体の合成

坪村太郎^{*1}, 佃 俊明^{*2}, 松本健司^{*3}

Synthesis of highly phosphorescent copper(I) complexes.

Taro TSUBOMURA^{*1}, Toshiaki TSUKUDA^{*2}, and Kenji MATSUMOTO^{*3}

次世代ディスプレイや照明用発光デバイスとして、有機 EL (エレクトロルミネッセンス) 素子が注目されている。EL 素子では導入した電気エネルギーを直接光に変換することが可能なため、他の発光デバイスと比べ、エネルギー効率が極めて高い。特に、配位子と呼ばれる有機分子に金属イオンが結合した物質 (錯体)、なかでもリン光と呼ばれる発光寿命の長い発光を示す錯体を用いることで、理論的には 100% の EL 効率を達成することが可能である。しかしながら、こうした錯体にはイリジウムや白金などの希少金属を用いているものが多いため、高効率の発光のみならずコストパフォーマンスにも優れた発光材料の開発が期待されている。本研究室では、新しいリン発光性金属錯体として銅を用いたものを研究しており、そのなかでも N-複素環カルベンを配位子に持つ銅錯体が固体状態で高効率のリン光発光を示したので、ここで紹介する。

カルベンは通常不安定な物質であるが、N-複素環カルベンは極めて安定である上、リンと類似した性質を持つ配位子として働き、近年では触媒として多く利用されているが、その発光性錯体に関する研究は非常に少ない。今回、Fig. 1 に示す N-複素環カルベン配位子 (Me-mbim) を用いて、その銅 (I) 錯体を合成し、その構造および発光特性について調べた。X 線結晶構造解析より、この銅 (I) 錯体は二つの銅 (I) イオンが二つの配位子で架橋された複核型構造を有していることが明らかとなった (Fig. 2)。また、この錯体は紫外線 (254 nm) 照射により青緑色の発光を示し、その発光スペクトルは 374 nm と 482 nm の二カ所に極大を持つ、興味深い発光挙動を示した (Fig. 3)。さらに、発光寿命測定からこの発光はリン光発光であることが分かった。固体状態における発光量子収率は 43% と銅錯体としてはかなり高く、新たな有機 EL 素子用発光材料としての応用が期待できる。

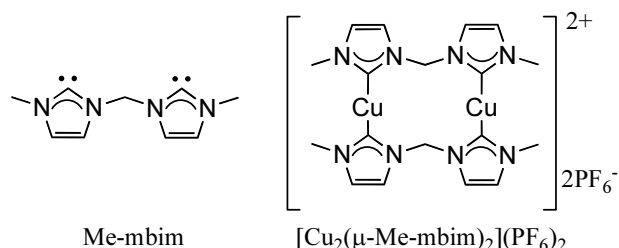


Fig. 1 Ligand and copper(I) complex.

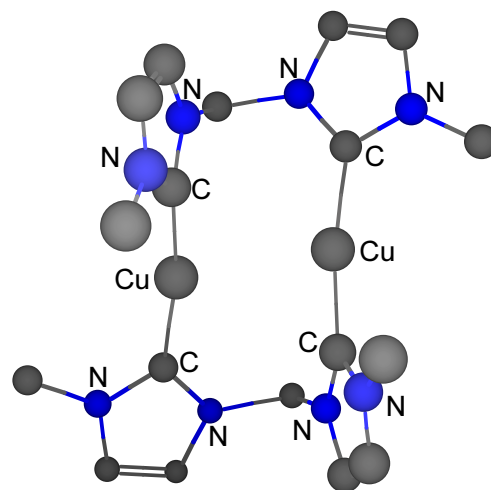


Fig. 2 Crystal structure of Cu(I)-Me-mbim complex.

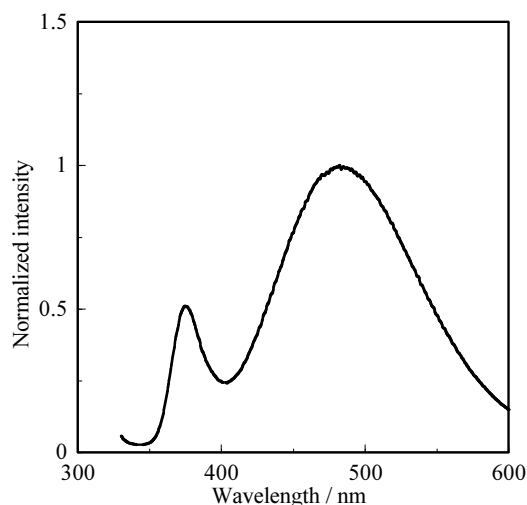


Fig. 3 Emission spectrum of Cu(I)-Me-mbim complex. (excitation: 320 nm)

^{*1} 成蹊大学理工学部物質生命理工学科教授 (Professor, Dept. of Materials and Life Science)

^{*2} 成蹊大学理工学部物質生命理工学科助教 (Assistant Professor, Dept. of Materials and Life Science)

^{*3} 成蹊大学大学院工学研究科ハイテク・リサーチ・センター
ポスト・ドクター (Postdoctoral Fellow, High-Tech Research Center)

赤外線検出用薄膜の作製および電気的特性評価

齋藤洋司^{*1}, 門馬 正^{*2}, 尾崎義治^{*3}

Preparation and electrical properties of thin films for infrared sensors

Yoji SAITO^{*1}, Tadashi MOMMA^{*2}, and Yoshiharu OZAKI^{*3}

近年、セキュリティ分野や交通システム・自動車などにおいて、人体等検知のための遠赤外線イメージセンサの需要が増している。我々は、構造が簡単・安価で集積化の容易なボロメータ型に注目し、高感度化のための材料探索、センサ構造の形成について検討を行っている。

ボロメータ型センサでは、赤外線を検出素子に吸収させて温度上昇を生じさせ、温度変化を抵抗変化として検出する原理となっている。高感度化には、赤外線を吸収して大きな温度上昇に変換する構造、抵抗の温度係数 (TCR) が大きい検出素子材料を要する。また、熱雑音低減のため抵抗率の低い材料が望ましい。

本研究では、低抵抗率かつ TCR 値の大きい検出用材料の候補として二酸化バナジウムを選定し、アルコキシドのゾル・ゲル法により膜作製を試みた。ここで、二酸化バナジウムの抵抗率急変は結晶の相転移により起こるが、相転移温度が 65℃とやや高い問題がある。これまで不純物として Mo や W をドーピングすることにより相転移温度の低下が試みられているが、温度履歴によるヒステリシスの増大が観測されている。本研究では、相転移温度の低下を目的として、不純物としてタンタルを導入した $V_{1-x}Ta_xO_y$ 膜の作製を試み、電気的特性の評価を行った。

まず、溶媒の 2-メトキシエタノールに主原料である $VO(OCH_2CH_2CH_3)_3$ を投入し、さらに $Ta(OC_2H_5)_5$ を投入してドーピングを行った。その後室温で攪拌を行い、アルコキシド溶液とした。熱酸化膜を有する Si 基板上に、合成したアルコキシド溶液をスピコートし、空気中 100℃、5 分間乾燥させた。その後、基板を 500℃の炉に移し空気中 5 分間仮焼成した。基板を冷却した後、上記の工程を 5 回繰り返した。膜厚は約 0.45 μm であった。

^{*1} 成蹊大学理工学部エレクトロメカニクス学科教授
(Professor, Dept. of Electrical and Mechanical Engineering)

^{*2} 成蹊大学理工学部エレクトロメカニクス学科助手
(Research Associate, Dept. of Electrical and Mechanical Engineering)

^{*3} 成蹊大学理工学部物質生命理工学科名誉教授
(Professor Emeritus, Dept. of Material and Life Science)

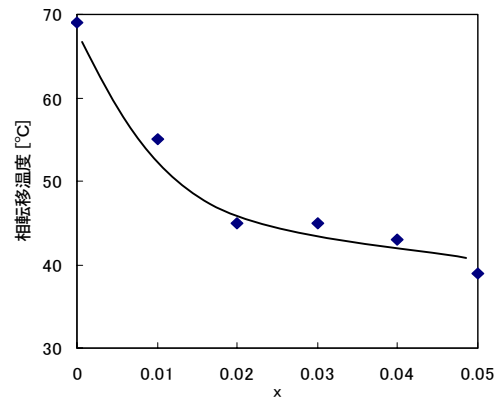


図1 $V_{1-x}Ta_xO_y$ 膜相転移温度の Ta ドープ量依存性

次に、 H_2 雰囲気中で 400~650℃、2 時間の還元熱処理後、 N_2 雰囲気中で 500℃、1 時間熱処理を行った。

ステンシルマスクを用いながら Al を真空蒸着し、0.1mm のギャップを有する電極を形成した。0~100℃の測定範囲において、作製した試料の抵抗値の温度依存性を主に調べた。

ノンドープの場合には、還元温度 500℃の場合に VO_2 膜が得られ、相転移を生じることが確認できた。Ta をドーピングすると、還元温度 550~600℃の場合に相転移を観測できる試料を作製することができた。

抵抗値の温度依存性において抵抗値が急変した試料を選び、TCR の最大値を生じた温度を相変化温度と考えた場合の相転移温度の Ta ドープ量依存性を図 1 に示す。図 1 より、Ta ドープ量の増加とともに相転移温度を低下させることができた。抵抗率については、 $1 \leq x \leq 5$ の範囲においてあまりドーピング量に依存せず、約 0.01 Ωcm 程度の低い値が得られた。

最大 TCR の値は、ノンドープでは約 -23%/℃であったが、 $x=1$ では約 -12%/℃と低下する傾向が見られた。ヒステリシスについてはドーピング量の増加とともに減少傾向が見られ、Ta が相転移温度シフトとして優れた不純物である可能性が示された。

LiNbO₃結晶の電気光学係数の波長分散特性

滝沢國治*¹, 米倉和也*², 金 蓮花*³

Wavelength Dispersion of Electrooptic Coefficients of LiNbO₃ Crystal

Kuniharu TAKIZAWA*¹・Kazuya YONEKURA *²・Lianhua JIN *³

ニオブ酸リチウム (LiNbO₃ 以下LNと略記) 結晶は、(1) 大きな電気光学効果および逆圧電効果をもつ、(2) 可視光から近赤外光領域まで透明、(3) 光学的に均質で大型結晶の育成が容易、(4) キュリー温度が高いため結晶歪みに強く、切断や加工を行いやすい、(5) 潮解性がなく安定、(6) 廉価、などの優れた性質を持つため、強誘電体結晶の中では最も有望視され、様々な光デバイスに 응용されている。代表的な光デバイスとしては、光変調器、光偏向器、光スイッチ、方向性結合器、TE/TMモード変換器、偏光回転素子などの光通信デバイス、Fe:LiNbO₃結晶を用いた超大容量ホログラム記録、縦型LN光変調器を用いた空間光変調器、光共振器の中にLN光変調器を組み込んだ光コム(光周波数発生器)などが挙げられる。

これらの光デバイスの設計には、LN結晶の電気光学(EO)係数 r_{13} 、 r_{33} 、 r_{22} 、 r_{51} と波長の関係を正確に知る必要がある。しかし、LN結晶が開発されてから半世紀経つが、これらのEO係数の波長分散特性は未知のままである。この問題を解決するため、本プロジェクトで開発した多重反射干渉計(図1)と高精度信号検出技術を用いて、LN結晶の実効的EO係数(EO効果と逆圧電効果を一括する新しい光学定数: 本プロジェクトで提案)を409nmから3390nmにわたり計測した。

測定サンプルは、ノンドープコングルエントLN結晶、5%MgOドープコングルエント結晶および1.8%MgOドープストイキオメトリLN結晶である。測定に用いた光源は、GaN半導体レーザ(409nm)、He-Cdレーザ(442nm)、Arイオンレーザ(488nm, 514.5nm)、He-Neレーザ(543.5nm, 594.1nm, 632.8nm)、Ti:Al₂O₃レーザ(700-900nm)、Nd:YAGレーザ(1064nm)、Nd:YAPレーザ(1340nm)、InGaAsPレーザ(1480-1580nm)、中赤外線用He-Neレーザ(3390nm)である。測定結果の一例を図2、図3に示す。これほどの広帯域でEO係数を測定した例はこれまでまったく存在しないため、この成果は今後、LN結晶を用いた光デバイスの設計に大きく寄与することが期待される。

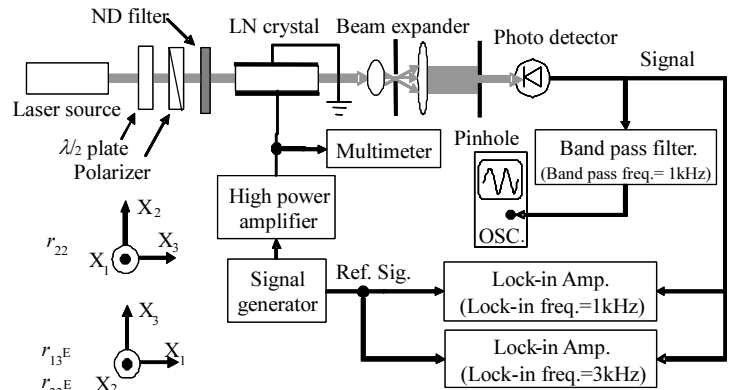


図1 多重反射干渉光学計

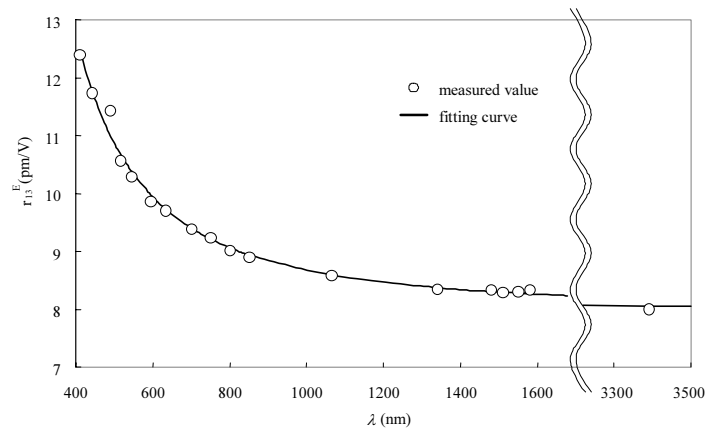


図2 LN 結晶の EO 係数 r_{13} の波長依存性

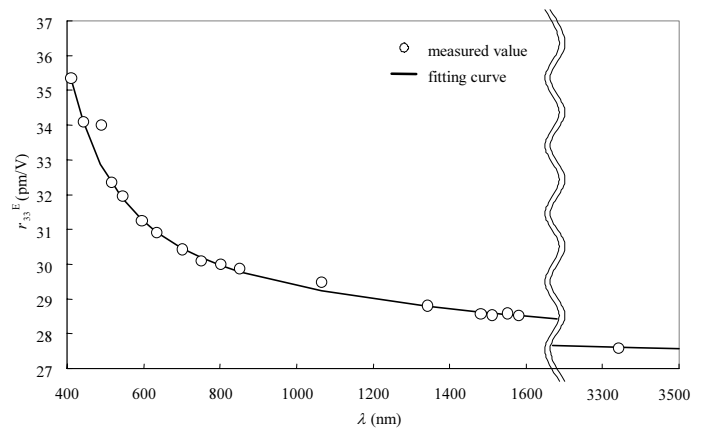


図3 LN 結晶の EO 係数 r_{33} の波長依存性

*¹ 成蹊大学理工学部物質生命理工学科教授 (Professor, Dept. of Materials and Life Science)

*² 成蹊大学工学部物理情報理工学科博士後期課程 (Graduate Student, Dept. of Applied Physics)

*³ 山梨大学大学院医学工学総合研究部准教授 (成蹊大学理工学部物質生命理工学科元助手 (Research Associate, Dept. of Materials and Life Science))

単層カーボンナノチューブの引き剥がし・接着の数値的研究

佐々木成朗^{*1}, 豊田有洋^{*2}, 板村賢明^{*3}

Numerical study of peeling and adhesion of single-walled carbon nanotube

Naruo SASAKI^{*1}, Arihiro TOYODA^{*2}, and Noriaki ITAMURA^{*3}

最近、原子間顕微鏡による生体高分子鎖の延伸測定を利用してナノスケールの引き剥がし過程が研究されており、高分子鎖のアンフォールディングの力学的なメカニズムが解明されつつある。この種の実験は、生体巨大分子の構造解析の新しい分光法として、世界的に多くの研究者の注目を集めている。我々は無機高分子鎖の例として、グラファイト表面に物理吸着した約 100 Å の単層カーボンナノチューブ(SW-CNT)のナノスケール引き剥がし・接着過程を分子力学シミュレーションにより研究しているので報告する。^{1),2)}

引き剥がし・接着過程の、CNT の一連の典型的な形状変化を Fig.1A-II に示した。これは、左端の可動端にかかる垂直力 F_z をプロットした Fig.2A-2I と対応している。まず最初、CNT とグラファイト基板間に線接触が形成されており[Fig.1A: $\Delta z = 0$ Å], 垂直力 F_z はゼロである[Fig.2A]。引き剥がし開始直後 [Fig.1B: $\Delta z = 1.2$ Å], 引力最大となる[Fig.2B]。CNT が引き剥がされていくと、線接触の引力領域が徐々に消えて、 F_z は増加する。その後 CNT は、逆 S 字型 [Fig.1C: $\Delta z = 19.3$ Å] から上に凸型 [Fig.1D: $\Delta z = 19.4$ Å] に形状変化を起こして、 F_z 曲線に最初の不連続ジャンプが現れる [Fig.2C→2D]。その後 CNT の自由端とグラファイト表面の間に形成された点接触が基板上を滑るため、CNT は大きく曲がり [Fig.1E: $\Delta z = 56.6$ Å], グラファイト表面から引き剥がされて[Fig.1F: $\Delta z = 56.7$ Å], 力曲線に二度目の不連続ジャンプが現れる [Fig.2E→2F]。

接着過程では引き剥がし過程と違って、点接触が現れない。CNT を表面まである高さ以下に近づけると、CNT は突然、表面に吸着して線接触を形成し[Fig.1I: $\Delta z = 12.9$ Å], 三度目の不連続ジャンプが F_z 曲線に生じる[Fig.2H→2I]。このように Fig.2 の力曲線に、線接触、点接触、非接触間の複数の準安定状態に起因して、凝着エネルギー 6.84 eV に相当するヒステリシスループ (C→D→E→F→H→I) が現れる。

^{*1} 成蹊大学理工学部物質生命理工学科教授 (Professor, Dept. of Materials and Life Science)

^{*2} 成蹊大学大学院工学研究科物理情報工学専攻修士課程大学院生 (Graduate Student, Department of Applied Physics)

^{*3} 成蹊大学理工学部物質生命理工学科助手 (Research Associate, Dept. of Materials and Life Science)

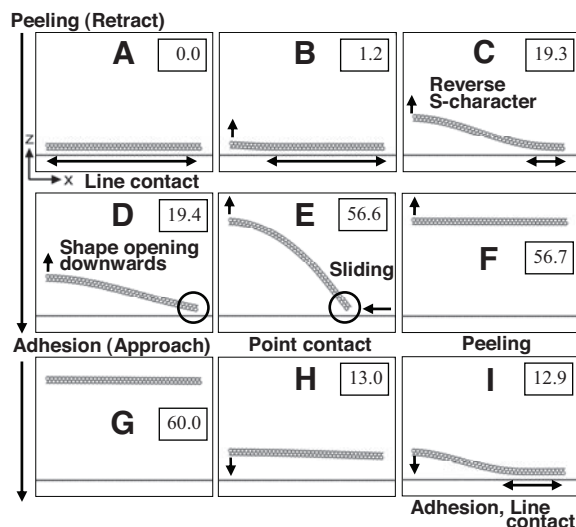


Fig.1 Peeling and adhesion process of SW-CNT

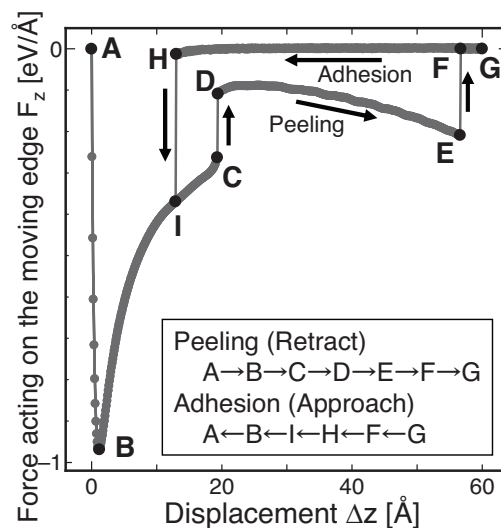


Fig.2 Peeling and adhesion curves of SW-CNT

次年度は測定実験との比較を通して、CNT の引き剥がしに関する定量的な理解を目指す予定である。

参考文献

- 1) N. Sasaki, A. Toyoda, H. Saitoh, N. Itamura, M. Ohyama, K. Miura: e-J. Surf. Sci. Nanotech. **4**, 133 (2006).
- 2) N. Sasaki, A. Toyoda, N. Itamura, K. Miura: e-J. Surf. Sci. Nanotech. **6**, 72 (2008).

イオンビームを使って物質の表面を調べる ～二次イオン質量分析法とコンピューターシミュレーション～

工藤正博^{*1}, 加藤信彦^{*2}

Examination of surface with ion beams;
Secondary ion mass spectrometry and computer simulation

Masahiro KUDO^{*1} and Nobuhiko KATO^{*2}

飛行時間型二次イオン質量分析法(TOF-SIMS 法)は高感度および高(質量・空間)分解能を有しており、さらに、照射するイオンビーム量(ドーズ量)を抑えた非破壊的な測定が可能であるため、特に有機物材料の表面分析に有効であることが知られている。近年はクラスター一次イオン源(Au_n^+ , Bi_n^+ , C_{60}^+ 等)の利用により、ポリマー材料や生体試料をより高精度に測定することが可能になってきている。一方で、TOF-SIMS で得られる質量スペクトルは様々な二次イオン種のピークが現れるために解釈が困難であるという問題がある。そのため、適切なスペクトル解析法や、シミュレーションを用いた現象の理解が必要となっている。ここではコンピューターシミュレーションを用いた SIMS スペクトルの理論的な解析結果を報告する。

[計算方法]

実際の SIMS 測定において、高速の一次イオンとの相互作用により固体表面を構成する原子・分子は激しく振動または衝突し合っているため、高温状態に似た状態になっていると考えられる。そこで、ポリマー表面をオリゴマーで表し、熱分解のシミュレーションを行うことで、ポリマーのフラグメント化をモデル化した。

Fig.1 にポリエチレン 8 量体の 5000K での熱分解の時間変化を表す(1MD ステップで 0.5fs)。時間が経過するにつれて最初にポリマーの主鎖が解裂し、フラグメント化している様子がわかる。さらに、主鎖が解裂した後、フラグメント分子は激しく振動し、 H_2 分子が乖離することを確認できた。

Fig.2, 3 に 5000MD 後の PE および PAM からのフラグメント分子の質量数と発生数から作成した計算によるマススペクトルと、実測の SIMS スペクトルを示す。計算スペクトルは初期速度分布をランダムに変えた 20 回のシミュレーション結果である。ピーク位置は実測と計算でよく対応しており、熱分解により SIMS におけるポリマーのフラグメント化を説明できることがわかった。実測と計算とのよい対応から、SIMS におけるポリマーのフラグメント化メカニズムを明らかにし、複雑なマススペクトルのより正確な解析が可能となると思われる。

^{*1} 成蹊大学理工学部物質生命理工学科教授 (Professor, Dept. of Materials and Life Science)

^{*2} 成蹊大学理工学部物質生命理工学科助教 (Assistant Professor, Dept. of Materials and Life Science)

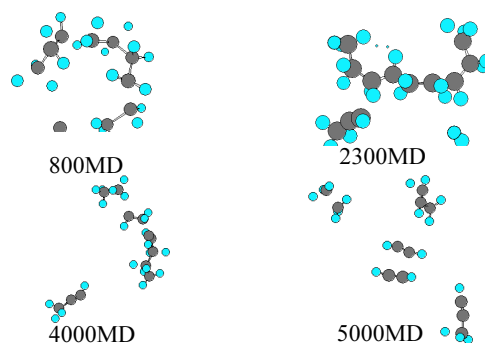


Fig.1 Simulation of thermal decomposition for PE model molecule.

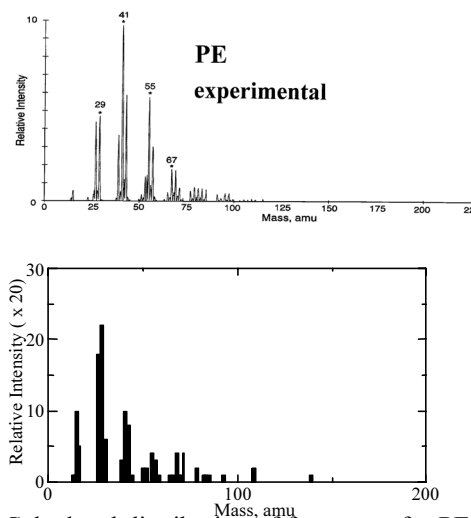


Fig. 2 Calculated distribution of fragments for PE with the experimental results.

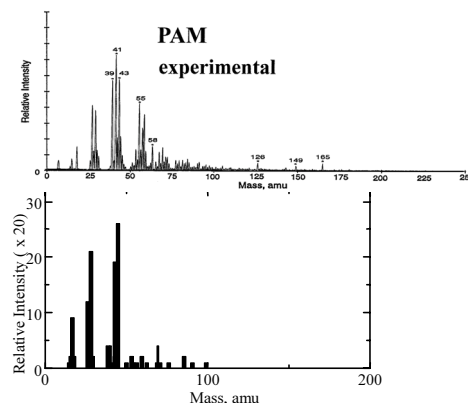


Fig. 3 Calculated distribution of fragments for PAM with the experimental results.

酸化マグネシウム膜による高効率電子放出特性と絶縁耐性

馬場 茂^{*1}, 中野武雄^{*2}

Effective electron emission and insulation properties of Magnesium oxide films

Shigeru BABA ^{*1}, and Takeo NAKANO^{*2}

酸化マグネシウム(MgO)の薄膜は、透明性・絶縁性・イオン誘起二次電子放出率・耐スパッタ性がいずれも高く、プラズマディスプレイパネルにおける電極保護材料として実用化されている。しかし膜の電子放出特性に関する理解は、その高い絶縁性が逆に障害となり、なかなか進んでいない。

我々はこれまでに、高周波スパッタ法によって作製したMgO膜にArイオンビームを照射して電子放出特性を測定し、電子収集電極に必要となる取り出し電圧が、膜の厚さに対して線形に増加することを見出した(Fig.1)。またこの電圧－膜厚の関係は、膜における局所的な絶縁破壊によって説明できると提案した。(Jpn. J. Appl. Phys., **45** (2006) 7875.)

これを受けて、接触プローブを用いた電気的な手法によって、膜の絶縁破壊特性をより直接的に計測した(Nakada, et al., *proc. of ISSP2007*, p.135)。

製膜時間を変えて作製した 30～300nm 厚の MgO 膜に、WC 製のプローブ(先端曲率半径 50mm)を接触させ、直流電圧を 1V/s の割合で印加、電流が急激に増加した電圧(閾値 1mA)を破壊電圧とした。

計測結果の一例を Fig.2 に示す。絶縁破壊現象は一般に統計的性質を持つが、今回の我々の測定では 1 試料における破壊電圧の分布は正規分布によって非常に良く再現された(図中実線は中心電圧 70.6V, 標準偏差 9.2V の正規分布)。

膜厚の異なる一連の試料に同様の測定を行ったところ、膜厚 200 nm までは、膜厚と絶縁破壊電圧との間に比例関係が見られた(Fig. 3)。この傾きから破壊電場を求めると 0.5 GV/m となった。これは Fig.1 で見られる、二次電子の収集が始まったときの値と良く一致した。

なお、試料作製時に従来行っていた酸素供給を止め、膜に酸素欠損を導入して破壊特性にもたらす効果を調べようと試みたが、期待した欠損は生じず、絶縁特性にも顕著な相違は見られなかった。酸素欠損を MgO に導入する製膜手法が今後の課題であると考えている。

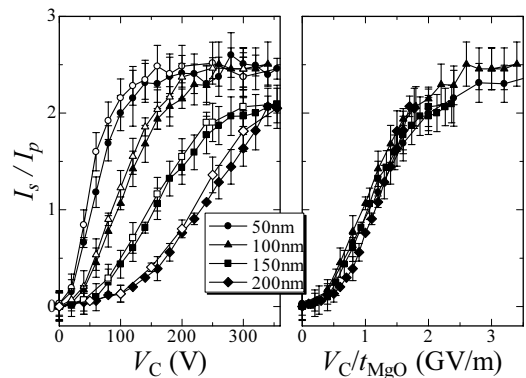


Fig.1: Universality of secondary electron collection characteristics with film thickness

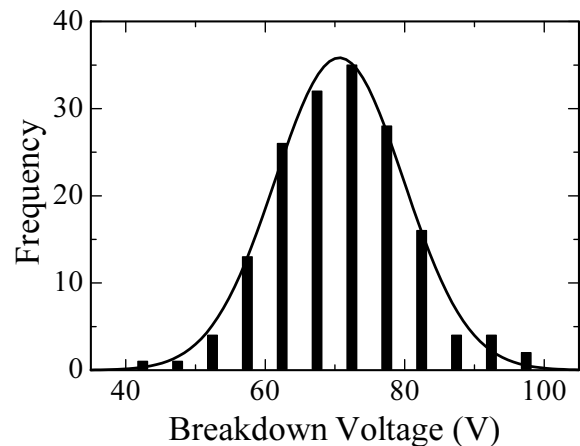


Fig.2: Histogram of Breakdown Voltages

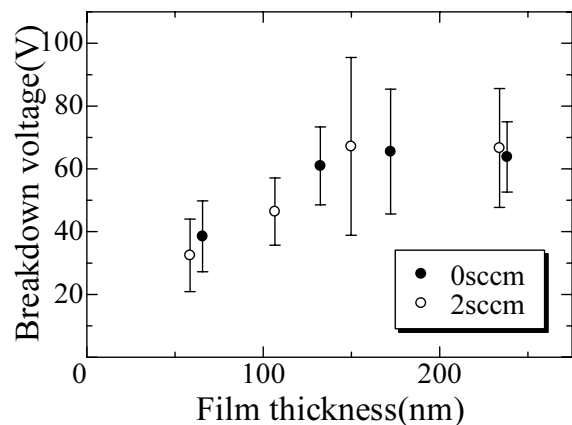


Fig. 3: Film thickness dependence of Breakdown Voltage

^{*1} 成蹊大学理工学部物質生命理工学科教授 (Professor, Dept. of Materials and Life Science)

^{*2} 成蹊大学理工学部物質生命理工学科助教 (Assistant Professor, Dept. of Materials and Life Science)

MALDI-TOF MS による特異的な RNA-ポリペプチド相互作用の簡便な検出

加藤 明良^{*1}, 菅谷 麻希^{*2}, 松村 有里子^{*2}

A facile method for the detection of RNA-polypeptide interactions by MALDI-TOF MS

Akira KATO^{*1}, Maki SUGAYA^{*2}, and Yuriko MATSUMURA^{*2}

RNA-ポリペプチド相互作用検出系には、細胞外検出系ではカロリーメトリ法、ゲルシフト法、SPR(表面プラズモン共鳴法)などがあり、細胞内検出系にはスリー・ハイブリッド・システム、アンチターミネーション・システムなどがある。しかし、これらの方法には大量の試料、放射線や蛍光による試料の標識、DNA の組換え操作やクローニングなどが必要である。そこで本研究では、少量の試料で簡便に分析できる質量分析を用いて RNA-ポリペプチド相互作用を検出することをシグナルの検出を通して評価した。質量分析には、試料調製・操作・解析が最も簡便な MALDI-TOF MS を利用し、試料にはこれまでによく解析されている HIV RRE RNA と RRE 結合ペプチドである DLA ペプチド (M.W. 2391, Kd = 0.5 nM) を用いた。クエン酸アンモニウム添加により抑制可能ではあるが RNA のリボースの水酸基へのアルカリ金属付加による M+Na, M+K などのピークの分離、イオン化の際のホスホジエステル結合の開裂により検出器に到達できる分子イオン数の減少などにより、MALDI-TOF MS では RNA の検出が不安定であるため、本研究では RNA ではなくペプチドのシグナルに着目した。

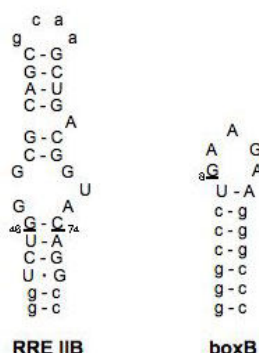


Fig. 1 The secondary structures of HIV RRE RNA and phage λ boxB RNA.

まず、測定条件検討を行った。RRE と DLA ペプチドを混合し、10 分間のインキュベーション後にマトリックスを添加すると、DLA ペプチドのシグナルは検出さ

^{*1} 成蹊大学理工学部物質生命理工学科教授 (Professor, Dept. of Materials and Life Science)

^{*2} 成蹊大学理工学部物質生命理工学科助教 (Research Associate, Dept. of Materials and Life Science)

れなかった。これは、DLA ペプチドが RRE と複合体を形成し、高分子領域にシフトしたためだと考えられる。この複合体が特異的な親和性であることを示すために、DLA ペプチドが結合しない RRE 変異体と混合し測定したところ、DLA ペプチドのシグナルが検出された。次に、RRE との親和性が低い RLA ペプチド (M.W. 2432, Kd = 30 nM) を用いて同様に測定した結果、DLA ペプチドの場合と同様の結果が得られた。従って、この方法は少なくとも解離定数 30 nM 以上の RNA-ポリペプチド複合体に対し有効であることが示された。また、異種の複合体としてバクテリオファージの boxB RNA と N ペプチド複合体についても同様の実験を行い、類似の結果を得た。最後に、簡単なペプチド・ライブラリーからの RNA 結合ペプチドのスクリーニングのデモンストレーションとして、3 種類のペプチドの混合物と RRE を混合し測定したところ、RRE とは結合しない N ペプチドのシグナルのみが検出され、RRE 変異体との混合では全てのペプチドのシグナルが検出された。以上のことから、MALDI-TOF MS を利用して簡便に RNA-ポリペプチド相互作用を検出することができることが示された。また、MALDI-TOF MS では 96 穴のサンプル・ホルダーが使用可能なため、この方法はこれまでの RNA-ポリペプチド相互作用検出法とは異なり一度に多検体の測定も可能である。

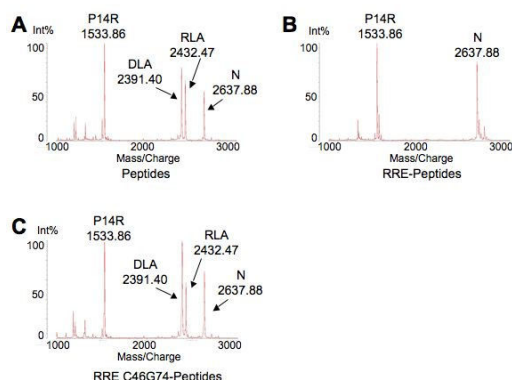


Fig. 2 MALDI-TOF mass spectra of mixed peptides and RRE RNA or RRE C46G74 RNA. (A) DLA, RLA, and λ N peptides (B) DLA, RLA, and λ N peptides-RRE RNA (C) DLA, RLA, and λ N peptides-RRE C46G74 RNA

フotokロミック特性を持つヘミチオインジゴの新規光環化反応

田中 潔^{*1}, 岩田 理^{*2}

Novel photocyclization of photochromic hemithioindigo

Kiyoshi TANAKA^{*1} and Satoru IWATA^{*2}

光により可逆的に2種類の状態をとり得るフotokロミック化合物は、分子デバイスへの応用を目指し、広く研究が行われている。その中でもアリール基で置換されたヘミチオインジゴは、一般的に *Z*, *E*-異性化によるフotokロミズムを示し、*Z*-体、*E*-体ともに熱的に安定であることが報告されている。当研究室でも、このヘミチオインジゴの機能に注目し、分子認識部位を持つヘミチオインジゴを合成し、その *Z*, *E*-異性化能を利用して分子認識能を変化させること、およびキノンシヤトルを制御する分子スイッチとして応用してきた。本報告では、分子認識部位となる置換基を導入したヘミチオインジゴを合成する過程で、ペンタフルオロフェニル置換したヘミチオインジゴが、通常の可逆的な *Z*, *E*-異性化とは異なる新たな光環化生成物を与えることを見出したので、これについて詳しく述べる。

ベンゼン環の 3, 4, 5-位をフッ素原子で置換したヘミチオインジゴ**1**は、390 nm の光を照射すると吸収は長波長側に移動し、490 nm の光では元に戻ることから、通常の可逆的な *Z*, *E*-異性化が起こっていることが分かる(図 1)。一方、ペンタフルオロフェニル置換したヘミチオインジゴ**2**では、光照射により吸収が消失し、新たな閉環生成物**3**およびその2分子から脱水した生成物**4**が得られることが分かった。さらに、反応を低濃度で行えば**3**が、また、比較的高濃度では**4**が主生成物となることも明らかになった。**3**および**4**は、光照射により生成した**2-E**が周辺環状反応により閉環し、その後、水あるいは**3**との S_N2' 反応からそれぞれ生成したと考えられる(スキーム 1)。**1-E** は閉環せずに光により**1-Z**に戻るのに対し、**2-E**はそのまま閉環する理由についてB3LYP/6-31G*を使つての計算結果から考察した。計算結果によると、**1-E**は平面構造を持つのにに対し、**2-E**はペンタフルオロフェニル基が *o*-位のフッ素原子による反発により捩れ、2'-位の炭素原子がカルボニル基の酸素原子と反応しやすい

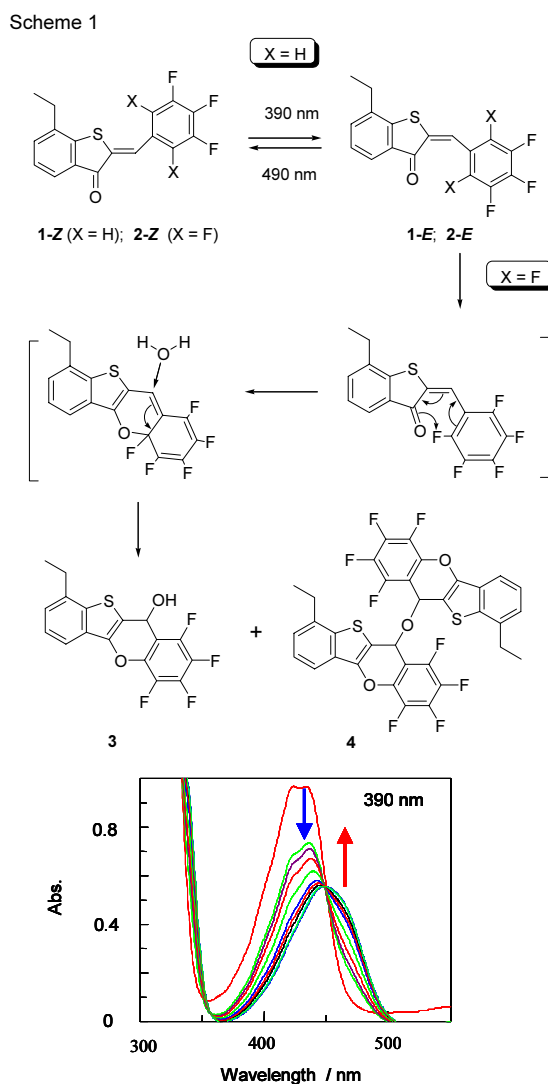


Fig. 1 UV-vis spectra change of **1** by irradiation with 390 nm light. [**1**] = 1×10^{-4} M in toluene.

い配座をとっていること、加えて**2-E**では**1-E**と比較して2'-位の炭素原子の電子密度が低く、求核的な攻撃を受け易いことが分かった。これらのことは *o*-位のフッ素原子によって引き起こされるということができ、その役割を明らかにした。

^{*1} 成蹊大学理工学部共通基礎教授 (Professor, Dept. of Liberal Arts and Sciences)

^{*2} 成蹊大学理工学部共通基礎助教 (Assistant Professor, Dept. of Liberal Arts and Sciences)

Reference K. Tanaka, K. Kohayakawa, T. Irie, S. Iwata, and K. Taguchi, *J. Fluorine Chem.*, **128** (10) 1094-1097 (2007).

薬理活性を有する多糖誘導体の合成

栗田恵輔^{*1}, 楊 進^{*2}

Synthesis of biologically active macromolecules from polysaccharides

Keisuke KURITA ^{*1}, Jin YANG ^{*2}

天然に存在する分枝型多糖には抗腫瘍活性や免疫賦活などの生物活性を発現するものがある。キノコ類から抽出されるレンチナンは、グルコースが β -1,3 型で結合した多糖であるカードランを主鎖として、構成単位 5 個につき 2 個の割合で β -1,6 型のグルコース側鎖を持つ構造をしている。しかし、主鎖であるカードランのみでは生物活性を発現しないことから、C-6 位の糖側鎖の存在がきわめて重要であると考えられる。そこで、天然に豊富に存在し、かつ医療・医薬材料としての利用が注目されているキチン、キトサンの構成単位である *N*-アセチルグルコサミン及びグルコサミンをカードランの C-6 位に導入して、高い生物活性の発現が期待できる非天然の分枝型多糖を調製することを目的とした。

カードランの C-6 位に選択的に側鎖を導入するため、保護基を用いて C-6 位にのみ遊離の水酸基を持つカードラン誘導体を調製した。それとグルコサミ

ン由来のオキサゾリン誘導体を反応させることで C-6 位に糖側鎖を導入することができた。さらに、異なる条件で選択的に脱保護するとグルコサミンを側鎖にもつ分枝型カードラン、または *N*-アセチルグルコサミンを側鎖にもつ分枝型カードランを得た。

これらの分枝型カードランは高い溶解性を示し、中性の水にも溶解した。天然のレンチナンは免疫賦活作用があるので、枝分かれカードランの免疫賦活作用の有無について調べた。カードラン誘導体の生

Table 1. *N*-アセチルグルコサミン側鎖を持つカードランの生物活性

application amount (μg /mL)	ds ^a	TNF ^b (ng /mL)	NO (μM)
100	0.32	702.7	52.0
100	0.82	408.1	52.9
100	0.92	625.3	43.3
10	0.32	14.1	2.6
10	0.82	14.5	3.7
10	0.92	10.7	3.1

a: Degree of substitution determined from the peak area ratio Ac / Ph in ¹H NMR.

b: Tumor necrosis factor.

物活性は *N*-アセチルグルコサミン側鎖を持つカードランを用いて測定した。その結果を Table 1 に示す。免疫賦活作用の指標として、マクロファージが産生する TNF- α 量を測定した。分岐型カードランはマクロファージを活性化することが認められ、高い生物活性を有することが分かった。

^{*1} 成蹊大学理工学部物質生命理工学科元教授(Professor, Dept. of Materials and Life Science)

^{*2} 成蹊大学理工学部物質生命理工学科元助手
(Research Associate, Dept. of Materials and Life Science)

油脂の加熱劣化に対するポリフェノール化合物の防止効果

原 節子*¹, 関田文人*²

Prevention effects of polyphenol compounds for heat-deterioration of frying oils

Setsuko HARA*¹ and Ayato KANDA*²

食用油に対する代表的な酸化防止剤であるトコフェロール(Toc)は耐熱性に劣るため、油脂の加熱劣化を防止できる熱安定性に優れた酸化防止剤の探索が待たれている。本研究においては、天然酸化防止剤として近年注目されている植物性ポリフェノールを含むルイボスティー抽出物(RTE)とブドウ種子抽出物であるプロシジン(Pro)に着目し、油脂の加熱劣化に対するこれらの防止効果について詳細に検討した。

1) 加熱油に対する各種ポリフェノール化合物の劣化防止効果の比較 : Toc を除去した精製油に RTE, Pro, ポリフェノール標準物質として、ルチン(Ru), ケルセチン(Qu), エピガロカテキンガレート(EGCG), 没食子酸プロピル(PG)を添加し、150 と 180℃で酸化安定性(CDM)試験を行った。その結果、150℃では RTE と Pro 添加系は Toc 添加系と同等の酸化安定性を示したが、180℃では RTE および Pro 添加系は Toc 添加系の約 2 倍の酸化安定性を示した。さらに、加熱油中のポリフェノール残存率を調べた結果、図 1 に示したように RTE は残存率が最も高く、耐熱性を示したことから、油脂の加熱劣化に対する防止効果が期待された。

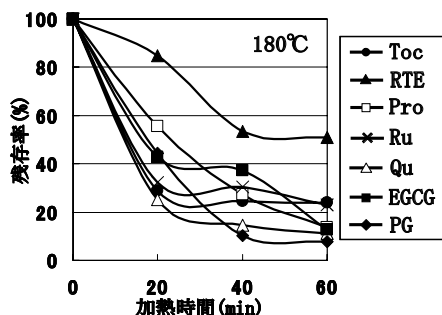


図 1 加熱油中のポリフェノール残存率

2) フライ加熱試験 : まず, RTE と Pro を添加した精製油を用いて 180℃で 2h 毎に揚げ種を揚げながら計 24h

加熱して各種劣化度を測定したが、酸化防止効果は認められなかった。これは水溶性の RTE と Pro がフライ時に揚げ種に吸着され系外へ除去されたためと考えられた。

そこで RTE を混ぜた揚げ種と Toc 508ppm 含有油脂を用い、RTE 添加量と調理間隔を変えて検討した結果、図 2 に示したよう

に RTE の酸化防止効果が確認され、揚げ種に対し添加

量 2%, 調理間隔 1h で最も顕著であることが判明した。

3) 揚げ種の自動酸化試験 : 30℃恒温槽中で揚げ種の自動酸化試験を行った結果、RTE2%添加試料ではフライ調理後の保存時における酸化安定性が向上した。

以上の結果から、耐熱性に優れた植物性ポリフェノールはその特性に応じた使用方法により、油脂の加熱劣化やフライ食品の自動酸化を防止し、油脂や油脂含有食品の安全性向上に有効であることが確認された。

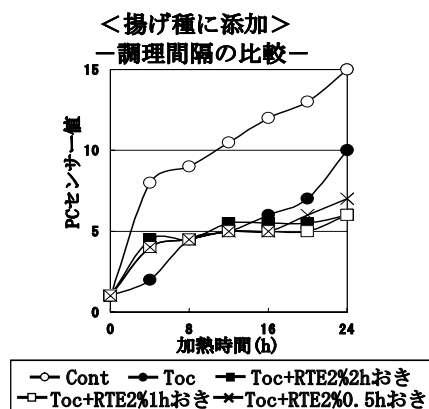
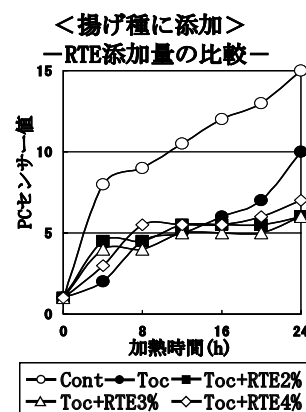


図 2 油脂の加熱劣化に対する RTE の防止効果

*¹ 成蹊大学理工学部物質生命理工学科教授
(Professor, Dept. of Materials and Life Science)

*² 成蹊大学理工学部物質生命理工学科助手
(Research Associate, Dept. of Materials and Life Science)

神経突起伸長機序の解明と再生医療への応用

久富 寿*¹, 江頭サツキ*²

Development of neuronal cell models and clarification of neuronal growth/survival cascades in the central nerve system.

Hisashi HISATOMI*¹, Satsuki EGASHIRA*²

脳内の中枢神経系は、主にニューロン、オリゴデンドロサイト、アストロサイトの3種類の細胞により構成されている(Fig.1)。これら3種類の細胞は、増殖しない点で他臓

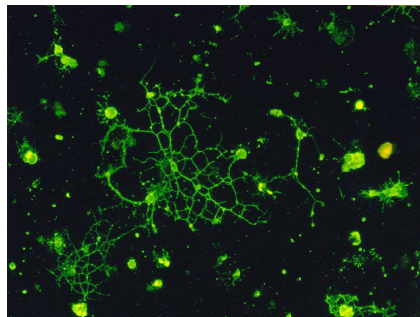


Fig.1 Immunohistochemical staining of oligodendrocytes in the fetal rat.

器を構成する細胞と大きく異なる。アルツハイマー病やパーキンソン病などの神経疾患は、これら細

胞の損傷より発症し、さらに細胞損傷後の修

復異常によって病気が進行することが知られている。現在の治療法では、これら細胞の損傷(崩壊)を遅延することはできても、再生することは困難である。近年、iPS 細胞をはじめとした再生医療への応用が期待される細胞の樹立がなされたが、それら細胞を如何にして目的の神経細胞に分化するかは、未だ未解明な重要な課題である。神経突起を誘導する物質を発見することで、既存の細胞からの突起伸長はもちろん、再生医療に用いる細胞の分化誘導も期待できる。これら現状を踏まえ、神経細胞への分化誘導関連物質の探索をおこなった。モデル細胞として、ラット細胞株である PC12 を用いた。PC12 細胞は神経成長因子である NGF の添加により、神経様突起を伸長することが知られている。当研究でも 100 ng/mL の NGF 添加により、神経様突起を伸長させることに成功した(Fig.2)。

一方、NGF を添加していても、PC12 細胞に光照射をおこなうことで神経様突起の伸長が抑制されることが知られている。この特性を利用して、光照射下と暗所下における細胞内シグナルをタンパク質と mRNA を用いて探

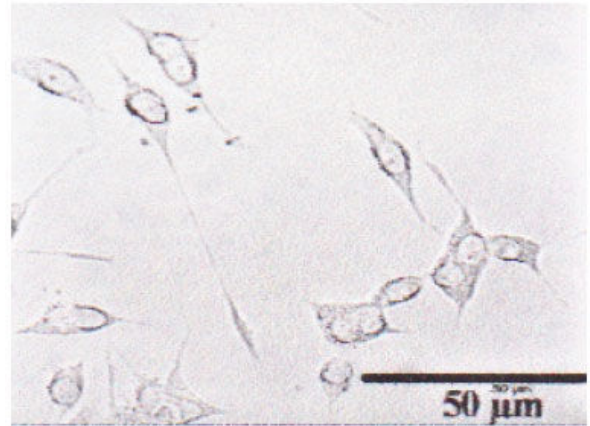


Fig.2 PC12 cells extending neurites on NGF.

索した。オリゴデンドロサイトに特異的に発現されると報告されている Myelin basic P)の発現は神経様突起の伸長の有無に関連が確認されなかったが、アストロサイトに特異的に発現されると報告されている Glial fibrillary acidic protein(GFAP)は神経様突起の伸長抑制に伴い、タンパク質および mRNA の発現低下が確認された(Fig.3)。また、神経細胞に特異的に発現されると報告されている class III β -tubulin においては、MBP と同様に神経様突起の伸長の有無に関連が確認されなかった。これらの結果から、GFAP の神経様突起の伸長への関与が示唆された。

一般に神経様突起の伸長には、class III β -tubulin の関与が推測されるのが論理的であるにもかかわらず、GFAP の発現量に変動が確認されたことから、GFAP の発現カスケード上の遺伝子を調査し、神経様突起の伸長開始因子あるいは伸長抑制因子の解明を試みる予定である。

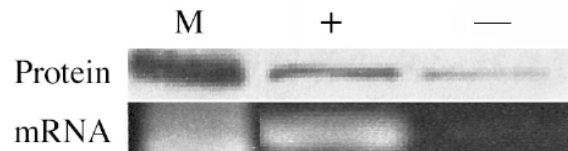


Fig.3 Expressions of GFAP and *GFAP* mRNA in PC12 cells with/without neurite extension.

M, Size Marker; +, positive extension; -, negative extension.

*1 成蹊大学理工学部物質生命理工学科准教授
(Associate Professor, Dept. of Materials and Life Science)

*2 成蹊大学理工学部物質生命理工学科元助手
(Research Associate, Dept. of Materials and Life Science)

地球に優しい環境・エネルギー・材料製造技術

小島紀徳^{*1}, 加藤 茂^{*2}

Eco-technologies for environment, energy and materials.

Toshinori KOJIMA^{*1}, and Shigeru KATO^{*2}

環境に優しい高効率プロセスや環境保全システムの構築を目指し、様々な研究を推進中である。その中から、地球温暖化問題に関する研究を紹介する。

地球温暖化の主要原因物質である二酸化炭素(CO₂)を、植林により陸上固定するための技術確立が求められている。植林対象地となる(半)乾燥地は、広大で農業生産との競合が無い場所であるが、少ない水資源の有効利用による生産性の向上が求められる。そこで着目したのが土壌の団粒構造形成である(団粒=土粒子の集合体, 団粒構造=土壌粒子が集まって団粒を作りこれらが構造をなしているもの。透水性・保水性共に優れた土壌構造である。)。団粒形成のために、無機材質(石膏)・有機材質(フミン酸・ミズのミンチ・ユーカリの葉)を黒土に混入し、時間経過による土壌構造の発達を透水性(透水係数:Ks)と保水性(植物有効水分量: $\delta\theta$)の観点から評価した。

Fig.1 は、各団粒形成材別に 2.5 および 20 ヶ月後の透水係数(Ks)と植物有効水分量($\delta\theta$)の関係を示している。また Fig.2 には、Fig.1 との比較として保水剤(ボーキサイト・草炭・高分子合成材質(SAP))と豊浦標準砂との混合比を変えた際の透水係数と植物有効水分量を示した。これらの結果より、団粒形成土壌の時間経過による変化として、コントロールとした黒土のみでは土壌構造が崩れて保水性はありながらも透水性が低下した。それに対して団粒形成土壌は、石膏およびフミン酸混入土壌で保水性・透水性共に向上、ミズおよびユーカリ混入土壌は保水性が僅かに低下したものの透水性の大幅な向上が見られた。次に保水材混合比の変化では、草炭は混合率が高いほど土壌構造が発達したが、ボーキサイトは混合率を高くすると保水性・透水性共に低下した。そのため、混合率をあまり

上げられないと言える。SAP は混合率が高くなると保水性は向上したが透水性が低下した。

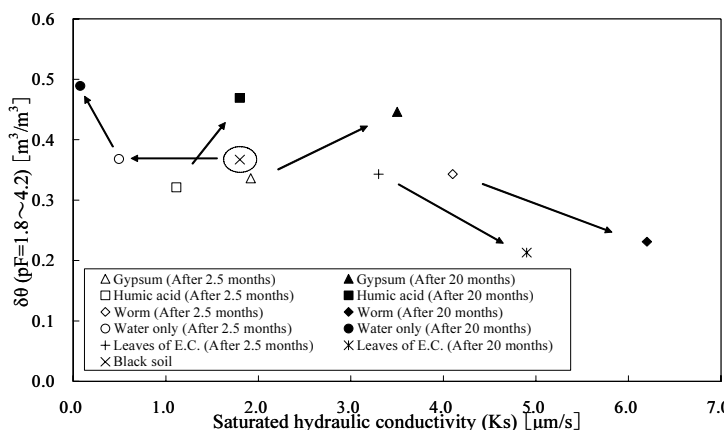


Fig. 1 Time variations of water retention capacity and water permeability with formation of aggregate

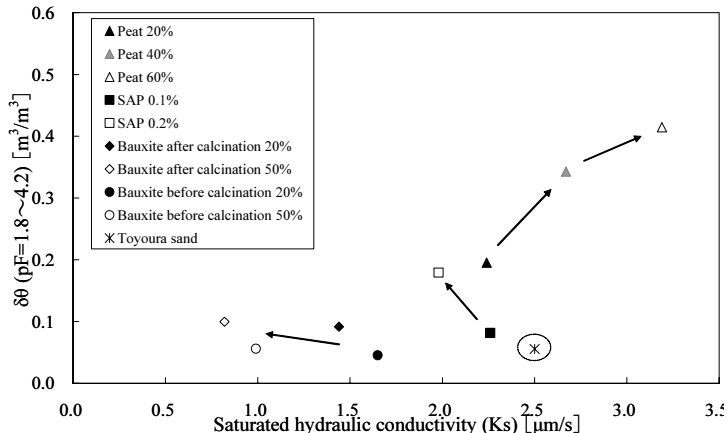


Fig. 2 Changes in water retention capacity and water permeability by blending water absorbent

以上をまとめると、草炭、フミン酸、石膏を手に入られる植林地では、これらを利用することによって土壌構造の改良が期待できると考えられる。また、オーストラリア植林対象地にて容易に手に入るユーカリの葉では、保水性には若干劣るものの透水性では有効性が得られることが確認された。

上記の他、水移動解析、植物塩耐性評価および根制御法検討、土壌化学性評価等に加え、バイオマス生産に関する検討も継続中である。

^{*1} 成蹊大学理工学部物質生命理工学科教授 (Professor, Dept. of Materials and Life Science)

^{*2} 成蹊大学理工学部物質生命理工学科助手 (Research Associate, Dept. of Materials and Life Science)

誘電泳動力を用いた細胞分離技術の開発

鈴木 誠一^{*1}, 高橋 勉^{*2}

Dielectrophoretic Sepalation of Biological Cell

Seiichi SUZUKI^{*1} and Tutomu TAKAHASHI^{*2}

分化した体細胞から万能細胞を作り出す技術の発展により、現在では培養細胞による組織再生は実用的な医療技術として認識されるようになった。組織はそれぞれ異なった種類の細胞の集合体であり、その形成・維持の制御には細胞の種類による選別・分離の技術は不可欠となる。またそのような操作は植物の培養や品種改良においても利用される。一方、浮遊細胞の中から特定の細胞だけを取り出すフローサイトメトリーは、技術的には確立しているものの、装置が大型でコストが高くなるため、実用的な利用は難しく、研究目的に限定されてしまう。そこで安価な細胞分離技術として微小流路内での誘電泳動分離を試みている。

水溶液系に高電圧を印加すると電極反応により熱と泡が発生し、流路が破壊されてしまう。このため過去の研究においては印加電圧に上限があり、強い誘電泳動力を発生させて分離速度を高めることが困難であった。そこでこの研究では流路形状の最適化で電位勾配を大きくし、誘電泳動力を強めることを試みている。設計された流路形状による電位勾配の大きさは、有限要素法を用いた電界シミュレーションを行った。

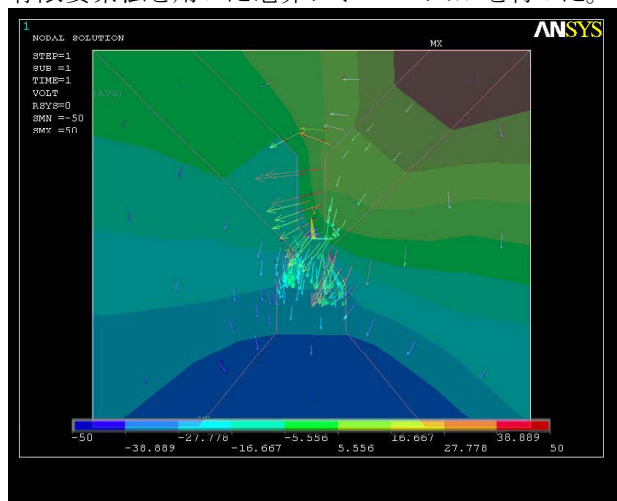


Fig.1 Estimated electric potential and field in micr-fluid channel by ANSYS.

シミュレーションの結果を Fig.1 に示す。求められた電位は流路狹隘部で大きな勾配を示し、強い電界ベク

^{*1} 成蹊大学理工学部物質生命理工学科准教授
(Assoc. Professor, Dept. of Materials and Life Science)

^{*2} 成蹊大学理工学部物質生命理工学科助手
(Research Associate, Dept. of Materials and Life Science)

トルが見られる。さらにシミュレーションの結果、側壁内で特に電位勾配が大きくなっていることが分かる。このことを利用すれば、同じ印加電圧でより強い誘電泳動力印加する方法を検討する。

また、電界中の細胞の応答を調べるため、膜電位感受性色素で蛍光ラベルした細胞の電界印加に対する応答を調べた。

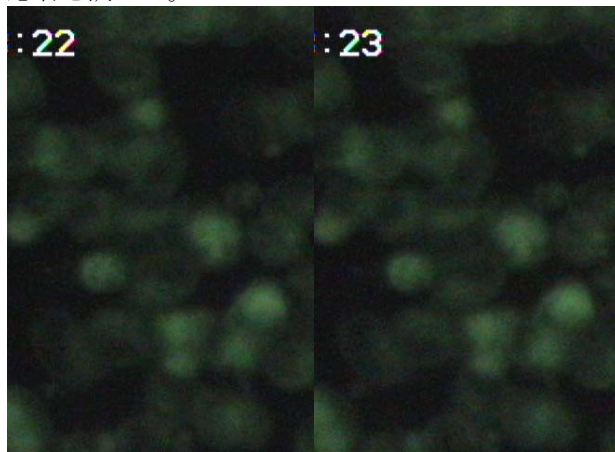
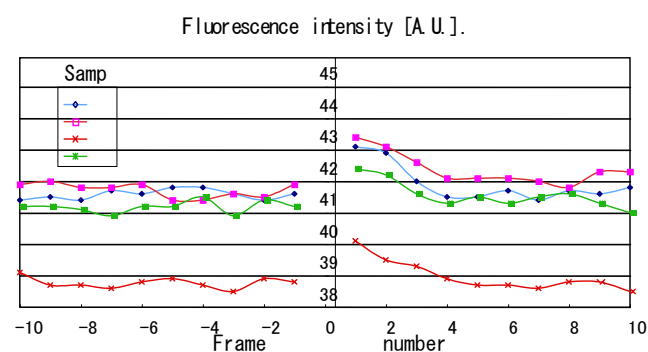


Fig.2 a) Cultured cells labeled with DiBAC4 dye. Fluorescence intensity slightly increases by application of electric field.



b) Fluorescence intensity change before and after stimulation.

Fig.2a)は電界印加前後の細胞のビデオ画像で、わずかに蛍光強度が増加している。さらに画面上の蛍光強度を積分したグラフが b)である。蛍光強度はノイズによる分散の2倍程度増加し、電界による細胞の応答が記録されていることが分かる。今後これらの技術を用いてより速い細胞の分離と細胞の活性評価を行っていく。

人体頭部衝撃シミュレーション

弓削康平*¹, 堀口淳司*², 渡邊 大*³

Impact Simulation of the Human Head

Kohei YUGE*¹, Junji HORIGUCHI*², and Dai WATANABE*³

頭を強く打ったとき、気を失ったり意識が混濁したりすることがあり、この状態をびまん性脳損傷と呼ぶ。“びまん”とは広範囲という意味であるので、この意識障害は広範囲に脳が傷害したことが原因とされている。しかし重篤な場合を除き CT 画像での明らかな組織異常が認められないため意識障害と解剖学的損傷との因果関係について実はよくわかっていない。一般的に交通事故により発生しやすいことが知られているが、明確な所見が無いため有効な治療手段が無く、また損傷部位の特定が困難なため傷害と事故との因果関係が認められず後遺障害認定から漏れる恐れがあり、社会的問題ははらんだ病態である。そこで本研究ではびまん性脳損傷に注目した数値解析を実施し、その解析結果を紹介する。

1. 横回転衝撃解析

頭部が横に強く振られたとき意識障害が発生することが動物実験により確認されている。そこで図 1 のように頭部有限要素モデルの肩の部分に衝撃的な並進加速度(図 1 右)を付加し頭部に回転を与える解析を行った。

冠状断面における応力分布を図2に示す。脳の広範囲が傷害されることを示唆する全域的な応力分布とはならず、特定の箇所に応力が集中することがわかった。

2. 応力集中部位に見る脳の局在機能

高応力の発生した部位およびその部位のつかさどる機能または破壊病変による機能障害を図 3 に示す。脳梁(Corpus callosum)は破壊病変により失行、脳幹(Brain stem)は意識中枢とされており大脳を覚醒させる役割を担っている。帯状回(Cingulate gyrus)は大脳辺縁系の一部であり破壊病変により自発性の欠如、感情が鈍化する。側頭葉内側面(Inside of temporal lobe)も同じく大脳辺縁系に分類されるように、破壊病変により人格の変化や記憶力障害などが起こる。記憶の固定を担う海馬と呼ばれる組織がこの場所に位置する。実はこれら列挙した機能障害は、びまん性脳損傷の後遺障害である意識障害や高次脳機能障害と一致する。このことからこれら局所的な傷害がびまん性脳損傷の本質である可能性が考えられる。

*¹ 成蹊大学理工学部エレクトロメカニクス学科教授 (Professor, Dept. of Electrical and Mechanical Engineering)

*² 成蹊大学理工学部エレクトロメカニクス学科助手 (Research Associate, Dept. of Electrical and Mechanical Engineering)

*³ 成蹊大学大学院工学研究科ハイテク・リサーチ・センター リサーチアシスタント

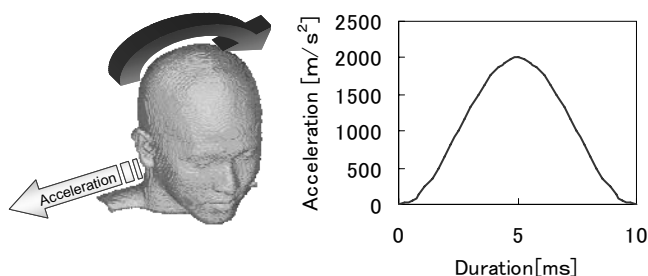


Fig. 1 Applied boundary condition and acceleration curve

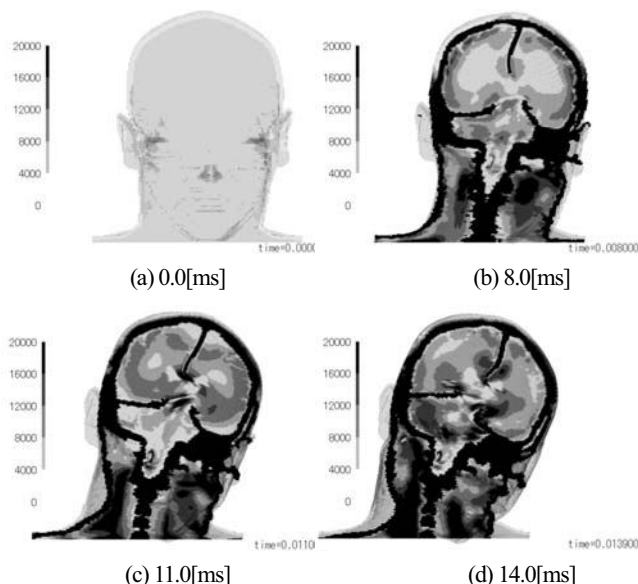


Fig. 2 Von-Mises equivalent Stress distribution in a coronal plane while a lateral rotational impact [Pa]

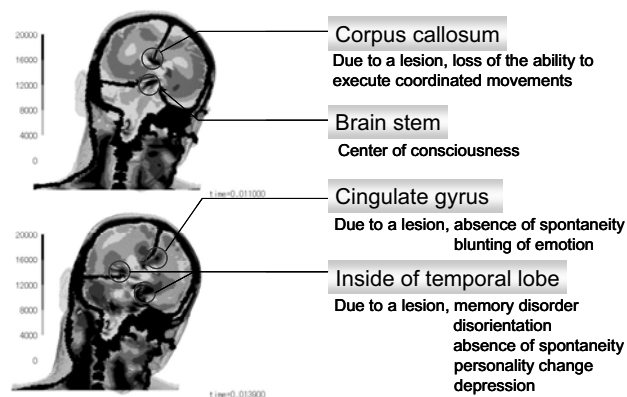


Fig. 3 Localization of brain functions in the higher stress areas

独居高齢者の健康異常時の異常検出技術の開発

申盛煥*¹, 橋本竹夫*², 波多野滋子*³, 田中俊光*⁴

Development of a system detecting a symptom of abnormal health of elderly people living alone using acoustical information.

SungHwan SHIN*¹, Takeo HASHIMOTO*², Shigeko HATANO*³ and Toshimitsu TANAKA*⁴

独居高齢者の健康状態を 24 時間モニターし、健康異常時に、その異常を検出して必要なサポートを適切なタイミングで提供することができるシステムの開発を本研究の目的としている。

本研究は健康異常時に人体から発生する音を利用するシステムを開発することとしたが、アンケート調査結果より、風邪や肺炎など呼吸器の異常時に発生する咳を健康異常時の音として選定した。咳の音の周波数特性と時間特性を分析した結果に基づき、その特性を詳しく表現することができる energy cepstral coefficient や filtered envelope を利用し、咳の音を検出するハイブリッドモデルを提案した。ハイブリッドモデルは artificial neural network(ANN)モデルと hidden Markov model(HMM)で構成されている(fig.1)。

咳の音の検出ため、ANN モデルあるいは HMM が個別に使われる場合においては、騒音下において SN 比が 5dB 以下では咳の音の判別能力が急に落ちる。しかし、本研究で提案したハイブリッドモデルでは SN 比が 0dB でも咳の音を 94%以上の確率で認識と判別することが出来た(fig.2)。

これより、リアルタイムモニタリングのためにワイヤレスマイクホンと DAQ ボードを用い、提案したハイブリッドモデルを組み込んだ咳の音を検出する PC 基盤システムを開発した。このシステムは音の判別や咳の音が発生した時間の保存や定期的なレポート機能を持っている(fig.3)。現在、このシステムの最適化のための研究を行っている。

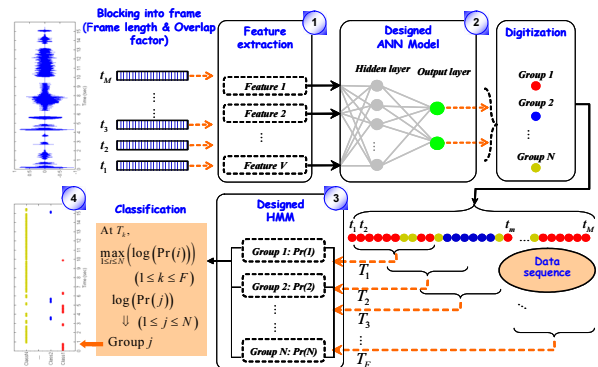


Fig. 1 Suggested hybrid model for the detection of cough sound.

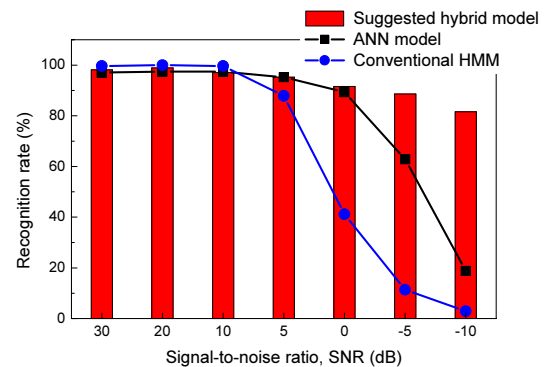


Fig. 2 Comparison of performances of the suggested hybrid model with the existing models as a function of SNR.

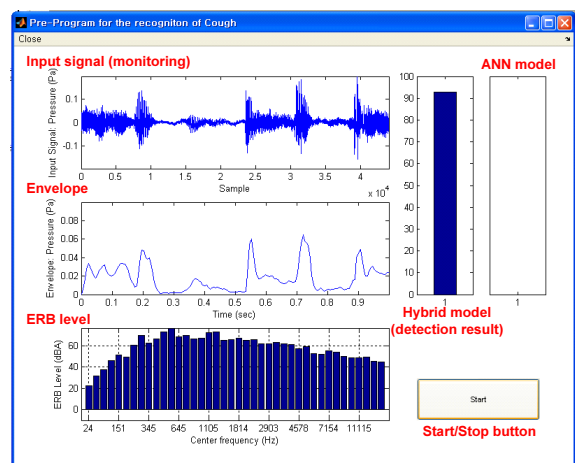


Fig. 3 Main window of the software for the real-time detection on cough sound and the functions of each part.

*¹ 成蹊大学ハイテクリサーチセンター・ポストドクター

(Post doctoral fellow, Dept. of Electrical and Mechanical Engineering)

*² 成蹊大学理工学部エレクトロメカニクス学科名誉教授
(Professor Emeritus, Dept. of Electrical and Mechanical Engineering)

*³ 成蹊大学理工学部エレクトロメカニクス学科助教
(Assistant Professor, Dept. of Electrical and Mechanical Engineering)

*⁴ 成蹊大学理工学部エレクトロメカニクス学科教授
(Professor, Dept. of Electrical and Mechanical Engineering)

遠赤外線画像を用いた人間の検出と追跡

青木正喜*¹， 片原俊司*²

Human detection and tracking through far-infrared image sequence

Masayoshi AOKI*¹ and Shunji KATAHARA*²

本プロジェクトは、室内における単独作業中の人間の行動の異常を検出することを目的とする。本年度は 1) 熱画像の画素値の2値化に頼らず遠赤外線熱画像から人間を検出するため、周辺集積を用いて人間の検出を行った。2) 人感アレーセンサを利用して人間の行動の異常を検出すること念頭に、低解像度熱画像について周辺集積を行って、座席に座る人の頭部位置、その動きから着座状態を推定した。3) サーモレーサ用開発支援キットを用いて、熱画像から人体領域をリアルタイムで抽出した。

1. 熱画像の画素値の周辺集積を用いた人間検出

カメラ固定で撮影した遠赤外線画像から、画素値の周辺集積を用いて人間の検出を行った。複数人の検出にも対応することから、検出手法が有効であることを確認した。

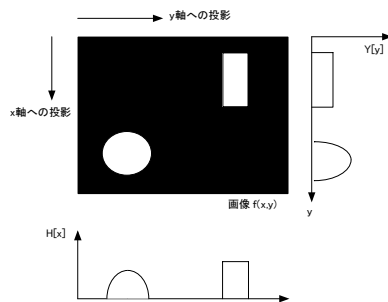
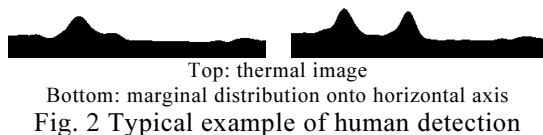


Fig. 1 Principle of human detection



2. 低解像度熱画像を用いた人間の行動の異常の検出

遠赤外線カメラを固定設置、座席に座る人間を撮影した。人感アレーセンサを利用した人間の行動の異常の検出を念頭に、低解像度熱画像を用いた。

*¹ 成蹊大学理工学部情報科学科教授 (Professor, Dept. of Computer and Information Science)

*² 成蹊大学理工学部情報科学科助手 (Research Associate, Dept. of Computer and Information Science)

水平方向、垂直方向への画素値の周辺集積を用いて、頭部位置、その動きから着座状態を推定した。

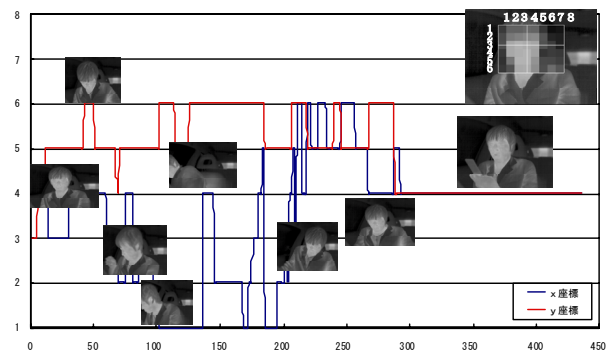


Fig. 3 Horizontal and vertical coordinate of maximum cumulative position

3. 熱画像を用いた人間の検出のリアルタイム処理

NEC 三栄(株)製サーモレーサ用開発支援キットを用いて、熱画像から人体領域をリアルタイムで検出した。熱画像から人体領域を抽出するため、a) 一定温度範囲を抽出する方法 (移動カメラに対応)、b) 背景熱画像を用意し背景温度差分を用いる方法 (カメラ固定) の2方法に対して、リアルタイム処理を行った。



Fig. 4 Typical example of real-time human detection

4. 次年度への課題

1) 周辺集積を用いる人間検出手法の改良。2) 低解像度熱画像を用いる着座状態推定の改良。3) 人間の行動の異常を判定する基準の明確化。4) 上記手法、ルールを実時間処理に実装。

心理的ストレスからみた視覚障害者用道路横断帯の評価の試み

大倉元宏*

A preliminary evaluation of a tactile guiding indicator paved on crosswalk from the viewpoint of psychological stress of blindfolded pedestrians

Motohiro OHKURA*

1. はじめに 二次課題法を用いて、心理的ストレスの観点から視覚障害者用道路横断帯（以下、横断帯）の評価を行った。

2. 方法 被験者は晴眼男性 2 名で、目隠しをし、白杖を使用して歩行した。実験は JR 吉祥寺駅北口交番近くにある 2 箇所の横断歩道を利用して行った。一方の横断歩道には横断帯が敷設されていたが、他方にはなかった。周辺の歩道には視覚障害者誘導用ブロックが整備されていた。被験者には、それぞれの横断歩道口から 25m 離れた歩道上の線状ブロックから出発し、横断歩道を渡った対岸までのルートを一往復することを 2 回求めた。

二次課題は時間評価で、白杖とは反対の手に持った押しボタンスイッチを 1 秒間隔でタッピングするというものであった。この二次課題を歩行（一次課題）と同時に行うことを求めた。なお、歩行開始直前にメトロノームを利用して 1 秒間隔タッピングの練習を 10 秒程度させた。

3. 結果 二次課題のパフォーマンスは隣り合うタッピング間隔の差の絶対値（タッピング間隔変化量）の変化の程度から評価した。図 1 は被験者 A の横断帯がありとなしのルートにおける 2 往復分のタッピング間隔変化量を時系列で示したものである。元来、視覚障害者にとって単独での道路横断は困難を強いられるタスクの 1 つとして知られているが、横断帯の有無にかかわらず横断中より、むしろ横断口でタッピング間隔に大きな変化が表れた。

このことを定量的に調べるために、歩行ルートを「歩道」、「横断口（前）」、「横断歩道」、「横断口（後）」の 4 つに分け、タッピング間隔変化量の総和をタッピング回数で除した、タッピング間隔平均変化量を算出した。図 2 は被験者 A の 4 つの区間における平均変化量を移動所要時間とともに示したものである。1, 2 回目とも、「横断歩道」と「歩道」に比べ「横断口（前）」と「横断口（後）」の方の平均変化量が大きいがわかる。横断帯の有無では、「横断口（後）」において大きな差が見られ、「横断帯なし」の方の変化量が大きいが、移動時間でも、「横断口（後）」において、「横断帯なし」の方がより時間を要した。以上のことは被験者 B でも同様であった。

横断帯がないと対岸到着位置が不定になり、方向の

再定位のために心理的ストレスが大きくなることが推察された。

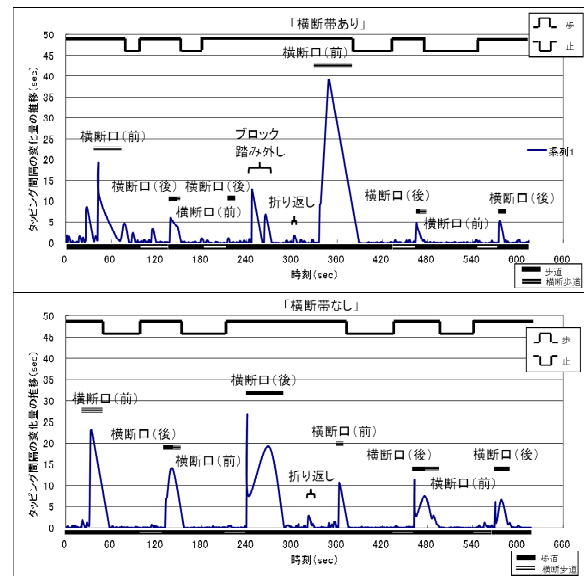


図1 被験者 A のタッピング間隔変化量の推移

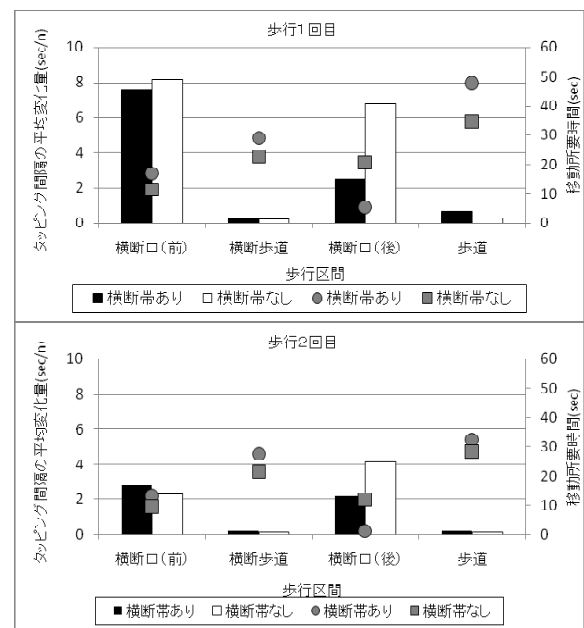


図2 被験者 A のタッピング間隔平均変化量と移動所要時間

* 成蹊大学理工学部エレクトロメカニクス学科教授
(Professor, Dept. of Electrical and Mechanical Engineering)

訪問介護勤務表作成のための情報伝達ツール

池上敦子^{*1}, 小磯昭英^{*2}, 阪口 壘^{*2}

Information Transfer Tools for Home Help Staff

Atsuko IKEGAMI^{*1}, Akihide KOISO^{*2}, and Rui SAKAGUCHI^{*2}

1. はじめに

本研究では、これまで、訪問介護勤務表作成支援システム構築のためのスケジューリングアルゴリズムとインタフェースの研究を行ってきた。

作成されたヘルパー勤務表と利用者へのサービス提供表は、月末に得られた情報を基に作成され、それぞれヘルパーと利用者に配られる。しかし、利用者が高齢者であることから、体調の変化などによる急なキャンセルや変更も多く、また、登録型のヘルパーが多くの割合を占めることから、彼らの予定変更も多い。これらに加えて、利用者数も増加傾向にあり、日々に交わされる予定変更等の情報量も増大していることから、情報の伝達方法を曖昧にしていた場合に起こりえる伝達漏れの危険性が問題となってきた。

そこで、本年度は確実な情報伝達を目的とし、訪問介護勤務表作成のために日々交わされる情報と、その伝達方法を調査して、今後の情報伝達ツールと支援システムが供えるべき機能について検討した。

2. 日々の情報伝達

訪問介護事業所として一般的と思われる事業所(2007年11月現在:常勤ヘルパー4名,登録型ヘルパー23名,利用者75名)を対象に、日々の情報の流れを調査した。これまでの伝達方法を整理し、新たに導入した伝達ツールも加え、各々のツールで、どのような内容の情報がどのように流れているのかを調べた。ここでは、紙面の関係上、その概要のみ報告する。

勤務表とサービス提供表作成時期に、利用者からのサービス要求やヘルパーからの休み希望等が書類で集まるが、日々の変更情報は、主に口頭で(顔を見て、もしくは電話を利用して)行われてきた。口頭での伝達は「伝えること」と「伝わったことの確認」が同時に行えるが、形に残らないため、時間経過とともに、その情報自体が不確かになる可能性もある。

そこで、伝達内容を形に残すために、2004年より、介護サービスを行うヘルパーと、サービス提供責任者

等の常勤ヘルパーの間で、携帯メール(携帯電話を利用した電子メール)の利用が導入された。Fig.1は、2007年8月1日から58日間に、1人のサービス提供責任者が受けたメール428件の内容を示したものである。その多くが利用者に関する情報であることのほか、伝わったことを知らせる確認メールも多い。

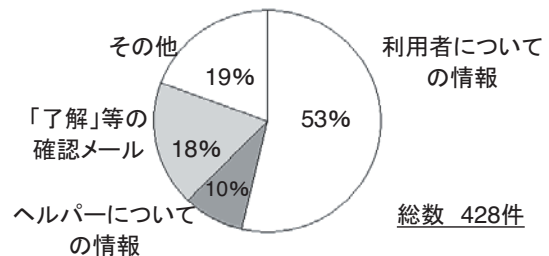


Fig1. Pie chart of email contents

一方、携帯メールを利用しないヘルパーがいること、個人情報保護の観点からも、これらを補う伝達ツールが必要とされていた。また、常勤ヘルパー間で情報の共有化を行うため、2007年から、連絡ノートに必要事項を記入し、お互いに参照することが行われたが、事業所を離れた際には、これらが不可能になる問題点もあった。

3. 新たに導入したツール

2007年8月に、訪問介護事業所内の情報伝達内容と伝達ルートの調査を行う際に作成したA5版の調査用紙は、伝達情報の出所、伝達者、伝達先、内容を明らかにするものだったため、調査後も、現場で利用され続けていた。そこで、これに欠けていた機能(情報を受け取った人がサインし、伝達した人が確認できる機能)等を加えた「伝言カード」を作成したところ、その利用頻度は現在も増加傾向にあり、情報漏れの危険性を大きく減らすことができたとの報告を受けた。

また、常勤ヘルパーが利用する連絡ノートの代わりにメーリングリストを導入したところ、事業所の外にいる場合にも情報の送受信できることから、その利用も増加し、今後の本格的な利用が検討されている。

本調査により、勤務表作成支援システムにおいては、日々変更される状況に対応できるような再スケジューリング機能や、小さな変更を吸収できるような勤務表作成アルゴリズムが必要であることもわかった。

^{*1} 成蹊大学理工学部情報科学科准教授 (Associate Professor, Dept. of Computer and Information Science)

^{*2} 成蹊大学工学部経営・情報工学科4年 (Undergraduate, Dept. of Industrial Engineering)

液晶ディスプレイの好ましい色温度

－ 被験者の年齢による違い －

窪田 悟*

Preferred color temperature on LCD screens

－ Age related difference －

Satoru KUBOTA*

液晶ディスプレイは 7,000K～20,000K という広範囲の色温度（白色点の相関色温度）で使用されている。ディスプレイの好ましい色温度は、観視者の年齢による影響、表示輝度との関係などがあると考えられる。これまでの研究から高齢者に必要な輝度レベルは高く、ばらつきも大きいことが指摘されている。しかし、高齢者が求める輝度と色温度の好ましさととの関係は明らかにされていない。

本研究では高齢者 20 名(63～79 歳)と若年者 20 名(20～23 歳)を被験者として液晶ディスプレイの好ましい色温度と輝度に関する 2 つの実験を行った。実験 1 では、輝度一定の条件で色温度設定を変えた 2 台の液晶ディスプレイの色温度の好ましさをシェッフェの一対比較法により評価した。実験 2 では、色温度一定の条件で好ましい表示輝度を自己調整法により求めた。

図 1 と図 2 に、実験 1 で求めた色温度に対する好ましさの評価と、実験 2 で求めた各被験者が好む輝度との関係を示した。図 1 が若年者群、図 2 が高齢者群を示す。図中の各点は各被験者に対して実験 1 で求めた 3 条件の色温度に対する好ましさを示し、横軸の値が実験 2 で自己調整法により求めた好ましい輝度の結果を表している。図 1 の若年者群は実験 2 で調整した好ましい輝度と実験 1 で求めた色温度の好みとの間には相関が認められない。それに対して、図 2 に示した高齢者群は、高輝度を好む被験者ほど高色温度を好む傾向が明らかに認められる。高輝度を好む被験者が高色温度を好むのは、高齢者特有の傾向であるといえる。

高齢者は加齢による水晶体の分光透過率の変化などにより高色温度の画像を好む傾向があるとされているが、本研究の結果では高齢者が一貫して高色温度を好むわけではないことが示された。高齢者で低輝度、低色温度を好む被験者は水晶体などの透光体の混濁が相対的に大きく、そのためにグレアを感じやすい被験者であるのに対して、高輝度、高色温度

を好む被験者は網膜などの光感細胞の感度低下が透光体の混濁の影響よりも大きい被験者で比較的グレアを感じにくい被験者であると考えられる。

本研究の結果から、高齢の観視者に対して、高輝度に設定した場合に高色温度に、低輝度に設定した場合に低色温度に制御するというアイデアが導出された。すでに特許を出願し、三菱電機製の液晶テレビ REAL の家庭画質モードのシニア設定に反映される予定である。家庭画質モードは本プロジェクトの成果として開発されたものであり、同じく三菱電機製の液晶モニターDiamondcrysta および VISEO のハイエンド機にも IV モードとして搭載されている。

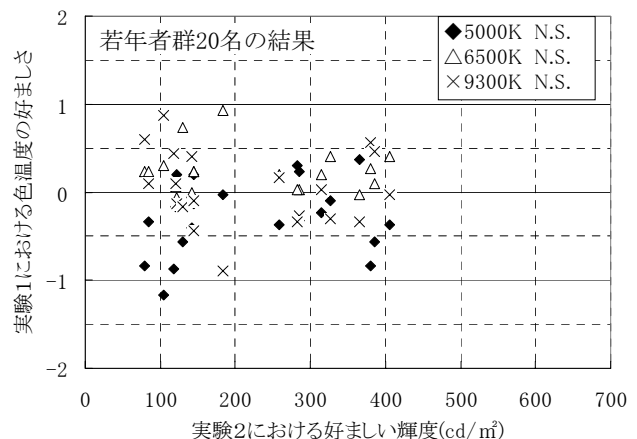


図 1 被験者ごとの好ましい輝度と色温度の評価との関係（若年者群 20 名の結果）

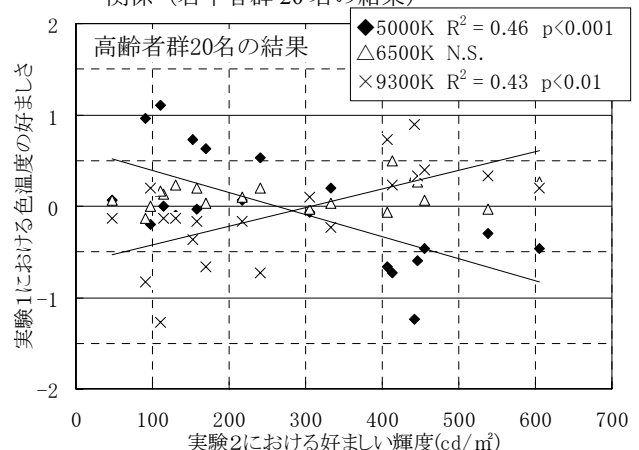


図 2 被験者ごとの好ましい輝度と色温度の評価との関係（高齢者群 20 名の結果）

* 成蹊大学理工学部 エレクトロメカニクス学科 教授
(Professor, Dept. of Electrical and Mechanical Engineering)