HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	特定研究「機能性複合組織の高感度・精密計測に関する総合的研究」の研究成果報告
Author(s)	下村, 政嗣
Citation	電子科学研究, 4, 43-52
Issue Date	1997-02
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/24372
Type	departmental bulletin paper
File Information	4_P43-52.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

特定研究「機能性複合組織の高感度・精密計測に関する総合的研究」の研究成果報告

研究代表者　下　村　政　嗣

本研究は平成6年度，7年度の二年間に実施された特定研究「機能性複合組織の高感度・精密計測に関する総合的研究」に関するものである。本特定研究は，材料科学，生体工学，数理理論の研究者が有機的な連携のもとに電子科学に関する研究を行っている本研究所の特徴を十二分に活かし，半導体や分子超薄膜などのナノメータ分子スケール，神経組織などのマイクロメータ細胞スケール，及び器官などミリメータ生体スケールにいたる幅広い階層にまたがった複合組織の構造と機能を高感度かつ精密に計測する新しい光学的，電子的手法を開発することにある。二年間の研究成果である，二次元分子組織の作製と構造評価，ナノサイズ量子効果を示す半導体超構造の作製，量子干渉素子による脳神経細胞磁場の高感度計測，血管内膜表面とリポ蛋白の相互作用の高感度光学測定，神経情報処理の数理モデルによる高感度計測の解析，神経細胞の非線形相互作用の高精度計測，光干渉法を用いた位相計測法の開発，によって得られた原子・分子から生体にいたる様々なスケールレベルにおける複合組織の計測に関する多岐にわたる知見は，高精度・高感度計測へ大いに活用されるものと確信する。

1．ナノメータ原子・分子スケール複合組織の高感度・高精度計測の研究

(1) ナノサイズ量子効果を示す半導体超構造の作製に関する研究

末宗幾夫，沼井貴陽

ナノサイズ量子効果を示す半導体超構造の作製の研究では，新たに作製したII-VI族化合物半導体超格子のエキシトン吸収を反射分光法により測定し，量子閉じ込め効果を見いだした。II-VI族半導体超格子におけるエキシトンとフオノン，フオトンとの相互作用を実験的に明らかにすることを目的として，まず有機金属気相成長したZnSe/ZnSSe超格子についてそのヘテロ界面を光学的に評価した。励起PL，反射スペクトル測定などから，一原子層の平坦なテラスからなるヘテロ界面が形成されていることを確認した。また原子レベルでヘテロ界面を直接評価するために，原子間力顕微鏡によるヘテロ界面評価の研究も進めた。このようなZnSe/ZnSSe超格子におけるエキシトン束縛エネルギー，ならびにフオノンとの結合定数に対する量子閉じこめ効果について検討した。(平成6年度)

青緑色半導体レーザーを実用化するためには，ヘテロ構造のバンドオフセットを大きくとり，キャリアを効率よく閉じ込める必要がある。そこで，ワイドギャップ超格子の形成と評価を目的として，II-VI族化合物半導体の新しい材料系としてのZnSe/MgS超格子を提案し，その作製を試みた。超格子は3,000Å程度の膜厚まで格子緩和なくGaAs基板にコヒーレント成長することが可能であった。ZnSe井戸幅の減少と共にフォトルミネッセンスピークのブルーシフトが観察され，作製したZnSe/MgS超格子において量子閉じ込めが生じていることを確認した。ZnSeを活性層として青色レーザーを作製する場合，GaAs基板に格子整合し，バンドオフセットが十分大きくとれる材料の開発が必要である。本研究では，新しい材料系としてZnSe/MgS超格子を提案し，その作製を試みた。MgSは格子定数が基板のGaAsに近く，エネルギーギャップが約4.5 eVとII-VI族化合物半導体中で最も大きい。また，この系では伝導帯と価電子帯のバンドオフセットがそれぞれ0.67 eV，1.01 eVと大きく理想的

なバンド構造をとることができ，十分なエキシトンの量子閉じ込めが可能となる。しかしバルク結晶のMgSは岩塩構造をとり，閃亜鉛構造のMgSの形成はこれまで報告されていなかった。本研究において，有機金属気相エピタキシー（MOVPE）法を用い，S.I. GaAs（001）基板上にZnSe/MgS超格子を作製することで，閃亜鉛構造のMgSならびにZnSe/MgS超格子の形成に初めて成功した。ZnSe/MgS超格子のX線回折パターンには，GaAs（004）ピークの周りに超格子構造に特徴的なサテライトピークが観察される。これはMgSが閃亜鉛構造をとり，良質な超格子構造が作製されていることを示唆するものである。また，超格子は3,000Å程度の膜厚まで格子緩和なくGaAs基板にコヒーレント成長することが可能であることがわかった。さらにPL測定の結果，ZnSe井戸幅の減少と共に理論に一致したPLピークのブルーシフトが観察された。これより，作製したZnSe/MgS超格子において量子閉じ込めが生じていることが明らかにされた。（平成7年度）

(2) 二次元分子組織の作製と構造評価に関する研究

下村政嗣，居城邦治

超高感度顕微鏡カメラと画像処理装置を組み合わせた蛍光顕微鏡観察システムを新たに試作し，分子レベルの超薄膜である気液界面単分子膜からの極微弱発光を二次元画像として高感度で計測できることを明かにした。従来，両親媒性化合物から形成される気液界面単分子膜の流動相から結晶相への相転移は，二次元の相図である表面圧－分子占有面積曲線の測定を基にした熱力学的な推定によって議論されていた。本研究では，蛍光発光現象を利用した高感度計測に着目し，気液界面における単分子膜の相転移挙動を直接的に観察できるシステムを構築した。具体的には，少量の蛍光性分子を含む分子レベルの超薄膜からの発光を実時間でかつダイナミックに追跡するために，市販の蛍光顕微鏡の光学系を明るくするとともに超高感度SITカメラからの画像入力を実時間画像処理装置に導入しS/N比を高めることにした。その結果，従来のシステムに比べてきわめて鮮明でかつコントラストの明瞭な単分子膜の画像を得ることに成功した。さらに明るい光学系を適用することで高倍率の対物レンズが使用できるようになり，測定の高精度化も達成できた。（平成6年度）

気液界面における核酸塩基対の形成，DNAやRNAなどの核酸高分子の組織化過程の解明と生体機能を模倣した分子認識素子の設計を目的として，本研究で作製した超高感度顕微鏡カメラと画像処理装置を組み合わせた蛍光顕微鏡観察システムを用いて，分子超薄膜の高感度計測を行った。その結果，シトシン塩基を有する単分子膜がグアノシンと特異的な水素結合を形成し，分子のキラリティを反映したスパイラル状の二次元結晶を形成することを明らかにした。本研究では，蛍光発光現象を利用した高感度計測に着目し，気液界面における単分子膜の動的挙動を直接的に観察できるシステムを用いて，生体機能を模倣した分子認識素子としての分子超薄膜の作製と構造評価を行おうとするものである。具体的には，少量の蛍光性分子を含む分子レベルの超薄膜からの発光を実時間でかつダイナミックに追跡するための超高感度蛍光顕微鏡システムを作製し，核酸塩基を有する単分子膜や核酸高分子と蛍光性単分子膜との複合体の形態観察を行った。その結果，オクタデシルシトシンからなる単分子膜は，ゲスト分子として相補的塩基対を形成するグアノシンを添加したときのみに安定化され，さらに，グアノシンの有する分子不斉性を反映したスパイラル状の二次元結晶を形成することが，蛍光顕微鏡による形態観察より明らかにされた。また，インターカレーターであるオクタデシルアクリジンオレンジを添加すると，スパイラル状結晶中に於いてアクリジンに基づく緑色の発光が観察されたことから，オクタデシルシトシンとグアノシンからなる複合単分子膜の二次元結晶中に於いては，DNA中と同様にシトシン塩基とグアニン塩基が選択的に水素結合対を形成することで二次元にスタックした塩基対が形成されているものと考えられる。（平成7年度）

2．マイクロメータ細胞スケール複合組織の高感度・高精度計測の研究

(3) 量子干渉素子による脳神経細胞磁場の高感度計測に関する研究

栗城真也，小林哲生

量子干渉素子による脳神経細胞磁場の高感度計測に関する研究については，超伝導量子干渉素子（SQUID）を用いた磁気センサーによる脳・神経系の無侵襲，高

感度計測システムの開発をおこなった。脳機能の研究用として，中規模のSQUIDシステムの研究開発を行い，そのハードウエアがほぼ完成した。簡易型磁気シールドルームと二次微分型グラジオメータの組み合わせで，磁界感度はホワイトノイズレベルで10 fT/Hz以下と脳磁界の測定に十分な性能である。またシステムの維持も容易で経済的である。計測システムの使いやすさは表示，記録方法，信号処理などのソフトウエアの機能とマンマシンインターフェイスが大きく関与することが明らかになった。(平成6年度)

ヒトの脳の神経活動を無侵襲，高感度に計測するシステムとして，超伝導量子干渉素子 (SQUID) を用いた磁気センサーの開発をおこなった。本研究ではまず頭部の約4分の1の面積を記録範囲とする19チャンネルシステムの開発を行い，簡易型磁気シールドルーム内で2次微分グラジオメータを用いて10〜15フェムトテスラー以下の感度を達成した。さらに脳磁界発生源の高精度な推定法に関して，2電流双極子推定法の開発とともに信号源推定時における背景脳磁界の影響低減に関するシミュレーション研究を行った。脳機能の研究用として，中規模のSQUIDシステムの研究開発を行った。まず頭部の約4分の1の面積を記録範囲とする19チャンネルシステムの開発を行い，簡易型磁気シールドルーム内で2次微分グラジオメータを用いて10-15フェムトテスラー以下の感度を達成した。さらに脳磁界発生源の高精度な推定法に関して，2電流双極子推定法の開発とともに信号源推定時における背景脳磁界の影響低減に関するシミュレーション研究を行った。脳・神経活動の研究としては聴覚誘発且鞠磁界の研究，とくに日本語の純音や子音，母音音声により生じる長潜時 (約100 ms) 脳磁界反応の測定と活動源解析を行った。その結果，子音と母音に反応する神経活動の位置が聴覚野内で異なること，さらに，調音の異なる子音に反応する神経活動が聴覚野内で時間的に変化し，その移動方向が子音のタイプに特異的であることを明らかとした。ここで，空間的変化の程度は，数10 msの時間内で5-10 mmの移動である。また，音刺激後30 ms以内に生じる早い反応を調べ，その結果，音の神経情報は10 msで皮質聴覚野に到達すること，側頭葉上面の聴覚野内で反応中心は潜時とともに内側から外側へと移動することを示した。これらの実験的成果は，脳磁界計測の高い時空間分解能に依っており，ヒト脳内でのダイナミックプロセスが解析可能であることを示唆している。さらに高次脳機能に関する研究として，自発性脳磁界アルファーリズムの時空間的変動に基づき，仮名の記憶・照合課題遂行時に後頭部のアルファーリズムの減衰時間と照合に要する時間との間に高い相関があることを見いだした。また，両眼に独立に呈示された視覚刺激が交互に知覚される両眼視野闘争過程に関連すると思われる脳磁界アルファーリズムの局所的変動を頭頂部と後頭部の境界近傍において観測した。(平成7年度)

(4) 血管内膜表面とリポ蛋白の相互作用の高感度光学測定の研究

狩野　猛，和田成生，山越憲一

動脈硬化症などの血管疾患の発症機序として，理論解析の結果示唆された血管内膜表面上でのリポ蛋白の濃縮現象に関して，培養血管内皮細胞単層を用いた流れの実験により，実際にこの現象が起こることを実験的に証明することが出来た。動脈硬化症及び吻合部内膜肥厚の局所的発症の機構として提唱した，血管内壁表面上におけるリポ蛋白の流速依存性濃縮現象を培養血管内皮細胞単層及び透析用半透膜チューブにおいて確認し，理論的仮説を実験的に証明することが出来た。さらに，培養血管内皮細胞単層近傍ならびに透明化した実際の血管におけるリポ蛋白の濃度分布の測定を行う蛍光顕微鏡システムを考案した。(平成6年度)

動脈硬化や内膜肥厚などの血管病は，血流の遅い領域でコレステロールの担体であるリポ蛋白の濃度が局所的に変化し発症進展することが示唆されている。そこで本研究では，不透明な血管内のしかもごく壁近傍の流れ場で動的平衡状態において起こっているリポ蛋白の流速依存性濃縮・枯渇現象を実証するために，血管内膜のモデルとして，ウシ大動脈由来内皮細胞単層を培養した透明アクリル樹脂製平行平坂型流路を作製し，光学的な計測を行った。潅流液中におけるリポ蛋白分子のトレーサーとしてリポ蛋白分子とほぼ同じ大きさの蛍光性ポリスチレン粒子を微少量混入し，リポ蛋白の濃度の指標としてトレーサー粒子の蛍光強度を測定し濃縮・枯渇現象が起こることを証明した。これまで行ってきた理論的解析の結果，血管壁か血ショウに対して半透性を有することに起因する一種の濾過作用により，血管内膜表面上におけるコレステロールの

担体であるリポ蛋白の濃度が流速の大小によって変化することがわかり，これが原因となって動脈硬化や内膜肥厚などの血管病が流れの遅い（壁ずり応力の小さい）領域で局所的に発症進展することが示唆された。しかしながら，不透明な血管内のしかもごく壁近傍の流れ場で動的平衡状態において起こっているこのリポ蛋白の流速依存性濃縮・枯渇現象を直接血管内における濃度を測定して実証することは現時点では不可能である。そこで本研究では，血管内膜表面上でリポ蛋白の濃縮が起こった際に管壁より染み出す液体の透過速度が濃度に応じて変化することを利用して間接的に証明することを試みた。実験は，血管内膜のモデルとして，ミリポアフィルタ上に播種培養したウシ大動脈由来内皮細胞単層を透明アクリル樹脂製平行平板型流路に細胞単層が0.5 mmの間隔を保った流路の一部を形成するように装着したものを用いて37度で流れの実験を行い，細胞単層における潅流液（細胞培養液）の透過速度に及ぼす潅流液中の血清（リポ蛋白を含む）濃度および流れ（従って壁ずり応力）の影響について検討を行った。その結果，培養血管内皮細胞単層における水透過速度が潅流液中の血清（リポ蛋白）濃度に応じて異なった値を示し，その値は，濃度が高いほど低くなることがわかった。また，水透過速度は流速（従って壁ずり応力）の変化に応じて可逆的に変化し，流れが遅いほど小さな値（従って内皮細胞単層表面におけるリポ蛋白濃度は大きい値）を示すことがわかり，壁面上で流速（従って壁ずり応力）に依存してリポ蛋白分子の濃縮・枯渇現象が起こるという我々の仮説を実験的に証明することができた。また，潅流液（20%ウシ胎児血清を含む）中にリポ蛋白分子のトレーサーとしてリポ蛋白分子とほぼ同じ大きさの蛍光性ポリスチレン粒子を微少量混入して実験を行い，実際に内皮細胞単層表面におけるリポ蛋白の濃度の指標としてトレーサー粒子の蛍光強度を測定してこの現象の起こることを証明した。その結果，潅流量を段階的に変化させた場合に流れに応じて蛍光強度が変化し，流速が遅いほどその値が大きくなることから，血管内膜のモデルとしての培養血管内皮細胞単層上で確かに流速に依存したリポ蛋白の濃縮・枯渇現象が起こっていることがわかった。（平成7年度）

⑸ 神経細胞の非線形相互作用の高精度計測の研究

下澤楯夫，水波　誠

神経系を非線形な信号処理装置と見立て，Wienerの非線形解析法で同定を行い，神経パルス発生におけるゆらぎを定量化できた。コオロギの気流感覚神経細胞を，Wienerの白色雑音法を用いて解析すると，線形フィルタと非線形なパルス密度変調器との縦列接続モデルで表現できる。このモデルの動的な振る舞いを確かめるため，感覚器に同一の刺激波形を繰り返し与えて，活動電位の発火確率の変化を時間領域で実測し，モデルの出力と比較した。その結果，神経細胞のパルス密度変調特性は，変調器への入力振幅健時値だけでなく，その変化率にも依存することが明らかになった。このことを考慮に入れてモデルを修正し出力を推定すると，実際の系の振る舞いをより良く表現できた。（平成6年度）

動物の行動を支配している神経系が信号処理装置としてどのように作動するのかを理解するためには，神経細胞の活動を記録する技術を確立するとともに非線形性を含めた解析が不可欠となる。そこで本研究では，埋め込みワイヤ電極を用いて自由行動中の昆虫の中枢ニューロンの活動を記録する高感度計測法を確立し，歩行運動時のゴキブリのキノコ体のニューロンの活動について解析した。その結果，キノコ体が記憶に関するだけでなく，感覚情報の統合や運動の高次制御に関与していることが示唆された。キノコ体における場所記憶形成の神経機構を解明するためには，行動中の昆虫のキノコ体ニューロンの活動を調べることが不可欠である。そこで，ポリウレタン被覆銅線を束ねたワイヤ電極をゴキブリの脳のキノコ体に挿入固定し，任意の二本を差動増幅器に接続してニューロンの活動電位を記録した。キノコ体の出力部位で記録されたニューロンは感覚刺激時および歩行運動中の応答様式から4つのタイプに分けることが出来た。第一のタイプは視覚，嗅覚，または機械覚刺激，またはその組み合わせに反応する感覚性ニューロンであった。第二のタイプは歩行時に活動する運動性のニューロンで，第3は感覚刺激時にも行動時にも活動する感覚－運動統合型のニューロンであった。第4のタイプは歩行中および歩行の開始に先行して発火するニューロンであった。本研究の結果は，キノコ体が多種の感覚情報の統合や行動の高次制御など，複数の機能に関与する事を示唆す

るものである。(平成7年度)

3．機能性複合組織の高感度・精密計測に関する理論解析

(6) 神経情報処理の数理モデルによる高感度計測の解析に関する研究

安藤　毅，西浦康政

情報システムの同定のための作用素解析を目的とした数学理論を構築した。情報を観測する立場からは情報の流れ・変換は入力を出力に変換するブラックボックスと考えられるが，システムの内部状態は数学的には作用素として捉えられる。システムの安定性の保証にはそれを表わす作用素に関しての種々の不等式の確立および作用素不等式の解の存在の保証が問題になる。本研究では，2つの作用素の間の関わりの度合を示す量としての相対エントロピーの評価を与えるために，Golden-Thompsonの不等式の一般化をはかった。(平成6年度)

パルス的に結合された非線形振動子系のモデルは，ホタルの同時発火現象から神経回路網に至るまで，広汎な応用がある。本研究では特に，抑制的な相互作用をもつ場合について，その漸近挙動の完全分類を行った。相互作用のタイプが発火する振動子が決定するのではなく，その影響を受ける振動子によって決まる場合についても，考察を行った。この場合は振動子の位相の順序保存が一般に成り立たないのでダイナミクスはより複雑になることが明らかになった。また，複合組織の高次元空間におけるメゾスコピックパターンの存在と安定性非線形・非平衡系に現れる様々な界面パターンの形状とダイナミクス，とりわけ高次元空間における界面形状の決定及びその安定性に焦点を絞って研究を行い，二次元分子組織の作製と構造評価に関する研究で見いだされたスパイラル状の二次元結晶がDLAとしてシュミレートできることを明らかにした。非線形・非平衡系に現れる様々な界面パターンの形状とダイナミクス，とりわけ高次元空間における界面形状の決定及びその安定性に焦点を絞って研究を行った。相分離とそれに伴う形態理論は材料科学における古典的問題であるが，近年，高分子系や生体系における，メゾスコピックパターンが注目を集めており，その数理モデルの開発と解析に対し具体的に応用し，成果を挙げた。空間1次元においては任意に多くの（極限においては無限個の）安定な定常解が存在することが本研究により厳密に証明されたが，高次元空間に対しては，方程式のもつダイナミズム，定常解の構造等についての厳密な数学的結果はplanarの場合を除いて殆ど得られていない。最近，高分子系や液晶系のメゾスコピックレベルの相転移パターンのモデリングとその解析を通じて1次元と高次元とでは本質的な違いがあることが数学的にも次第に明かにされつつある。その一つは〝極限まで滑らかな安定極限解の非存在〟である。これは元のスケールで見ていると解が極限では無限に細かくなって行くことを示しており，意味のある見方をするには，適当なリスケーリングの必要性を示唆している。実際そのような方向で意味のある極限系を見つけることが可能であり，それによりメゾスコピックな相転移パターンの数学的解析への第一歩が作られた。(平成7年度)

(7) 光干渉法を用いた位相計測法の開発研究

岩井俊昭

レーザー多重散乱現象の時空間特性の解析が複合組織のキャラクタリゼーションに有用であることを示した。高濃度ラテックス粒子溶液にレーザ光線を照射したときに，その後方散乱で生じる光強度分布と時間相関関数の関係について，実験的に調べた。その結果，溶液濃度が1%以上では，多重散乱の影響が顕著になり，光強度分布と時間相関関数の相関時間とが散乱角依存性を持つようになることを明らかにした。さらに，この散乱角依存性が，ランダム媒質内を伝播する光波の時間反転対のコヒーレント干渉で生じることを明らかにし，光路長と逆反射現象とを対比させることで物理的説明が可能であることを示した。0.1%以下の低濃度では，時間相関関数が単一指数関数で表せることができることを示し，この濃度では単散乱が支配的であることを見いだした。(平成6年度)

研究の目的は，レーザー多重散乱現象の時空間特性の解析が複合組織のキャラクタリゼーションに有用であること示すことにある。本年度は，多重散乱光の動的特性を拡散理論近似における理論的解析と実験で検討した。その結果，濃厚散乱媒質において多重散乱されているにも関わらず，逆反射方向における時間相関関数の緩和時間は単散乱のそれと比例関係になることを示した。さらに，拡散近似の適用限界を理論と実験

との比較で明らかにした。後方多重散乱光の生成過程をコンピュータ上で忠実に再現するシュミレーションプログラムの開発を行い，多重散乱現象としてもっとも特徴的な後方散乱光の強度エンハンスメント現象の数値的解析を行った。シュミレーションでは，レイリー・デバイ散乱理論を仮定しているため，粒子のサイズと形状の依存性について解析を行える特徴を有する。数値解析は，後方散乱光のエンハンスメント強度分布の散乱粒子径依存性については，その広がり角の変化がピーク強度のそれに比べ大きく，サブミクロンのサイズを対象としたレイリー散乱領域では散乱粒子径と逆比例関係にあることを確証した。また，同時多点計測法の開発を目的としてアレイ状光源の発生をガウス状 Shell モデルを光源として適用した理論解析を行い，発生するアレイ光源を構成する要素光源の空間コヒーレンスを最大化する条件を明らかにした。さらに，多重散乱光の動的特性を拡散理論近似における理論的解析と実験で検討した。その結果，濃厚散乱媒質において多重散乱されているにも関わらず，逆反射方向における時間相関関数の緩和時間は単散乱のそれと比例関係になることを示した。さらに，拡散近似の適用限界を理論と実験との比較で明らかにした。多重散乱光には，コヒーレント，インコヒーレントおよびスペックル散乱光成分が存在し，スペックル成分は雑音と考えられるので，その低減化法を光源条件，空間的フィルター条件および検出開口条件について理論的解析を行い詳細に検討し，光子相関関数の測定には検出開口積分法が有効である確証を得た。(平成7年度)

これらの研究において，ナノメータからミリメータスケールにいたる幅広い階層にまたがった複合組織の構造と機能を高感度かつ精密に計測する新しい光学的，電子的手法の開発に対する知見が得られたので，一応の区切りをつけた。ここで得られた成果は，原子・分子から生体にいたる様々なスケールレベルにおける複合組織の計測に関する様々な領域においてこれからの活用が期待される。

【参考文献】

[1] ナノサイズ量子効果を示す半導体超構造の作製に関する研究

N. Noguchi and I. Suemune: Selective Formation of Luminescent Porous Silicon by Photosynthesis. J. Appl. Phys., 75(9): 4765-4767 (1994)

K. Miyakoshi, K. Fujii, T. Hidaka, I. Suemune, M. Nakagawa and T. Ogawa: Comparison of Triethylgallium and Its Amine-adduct on Gas-Phase Reaction With Trimethylaminealane. J. Cryst. Growth., 136: 152-156 (1994)

K. Miyakoshi and I. Suemune: Study of Mechanism to Control Electrical Properties of AlAs Grown Using Amine-alane with Metalorganic Molecular-Beam Epitaxy. Appl. Phys. Lett., 64(12): 1549-1551 (1994)

N. Noguchi and I. Suemune: High Resolution Patterning of Luminescent Porous Silicon with Photoirradiation. Jpn. J. Appl. Phys., 33(1B): 590-593 (1994)

Y. Fujii, I. Suemune and M. Fujimoto: Comparison of Electrical and Optical Properties of n-i-i and p-i-n ZnSSe Heterostructure Diodes. Jpn. J. Appl. Phys., 33(1B): 840-843 (1994)

I. Suemune, Y. Fujii and M. Fujimoto: Improvement of Electrical and Optical Properties of ZnSSe p-n Heterostructure Diodes with Optimization in MOVPE. J. Cryst. Growth., 138: 750-754 (1994)

I. Suemune: Quantitative Study of Mechanism Responsible for High Operating Voltage in II-VI Laser Diodes. J. Cryst. Growth., 138: 714-718 (1994)

R. Cingolani, M.Lomascolo, N. Lovergine, M. Dabbicco, M. Ferrara and I. Suemune: Excitonic Properties of ZnSe/ZnSeS Superlattices. Appl. Phys. Lett., 64(18): 2439-2441 (1994)

H. Ishikawa and I. Suemune: Analysis of Temperature Dependent Optical Gain of Strained Quantum Well Taking Account of Carriers in The SCH Layer. IEEE Photon. Technol. Lett., 6(3): 344-347 (1994)

R. Tommasi, M. Lepore, M. C. Netti, I. M. Catalano and I. Suemune: Excitonic Properties in ZnSe-ZnSSe Strained-layer Superlattices by One- and Two-photon Spectroscopy. Phys. Rev. B, 49(20): 14367-14371 (1994)

T. Hidaka and I. Suemune: Low-Temperature Selective Epitaxial Growth of GaAs Using Triethylgallium and Amino-As in Metalorganic Molecular-Beam Epitaxy. Jpn. J. Appl. Phys., 33(6A): 3500-3504 (1994)

I. Suemune and M. Hoshiyama: Discrimination of Compound Semiconductor Heterointerfaces by Simultaneous Observations of AFM and LFM. Jpn. J. Appl. Phys., 33(6B): 3748-3751 (1994)

G. Scamarcio, V. Spagnolo, C. Corvasce, M. Lugara and I. Suemune: One and Two Phonon Scattering Processes in ZnSe/ZnSSe Superlattices Studied by Micro-Raman Spectroscopy. Phys. Rev. B., 50(7): 4988-4991 (1994)

H. Ishikawa and I. Suemune: Large Estimated Frequency Response Increase From Deep Potential Well Strained Quantum Well Lasers. IEEE Photonic Technology Letters, 6(11): 1315-1317 (1994)

I. Suemune: Role of a Metalorganic As Source in Atomic Layer Epitaxy of GaAs and AlAs. Applied Surface Science, 82/83: 149-157 (1994)

M. Lepore, M. C. Nett, R. Tommasi, I. M. Catalano and I. Suemune: Polarization Dependence of Two-photon Absorption in ZnSe-ZnSSe Strained-layer Superlattices. Solid State Communications, 88: 795 (1994)

S. Shogen, Z. Song, M. Kawasaki, and I. Suemune: XPS and AFM Analysisof GaAs (100) Cleaning Procedures. J. Vac. Sci. Technol. B Vol.13, No.1: pp.77-82 (1995)

G. Satoh, T. Numai, M. Hoshiyama, I. Suemune, H. Machida, and N. Shimoyama: MOMBE Growth of ZnSe with New Zn and Se Precursors Without Precracking. J. Cryst. Growth Vol.150: pp.734-737 (1995)

T. Obinata, K. Uesugi, G. Satoh, I. Suemune, H. Machida, and N. Shimoyama: Temperature Dependence of ZnS Growth with Atmospheric Pressure Metalorganic Vapor Phase Epitaxy Using Ditertiarybutyl Sulfide. Jpn. J. Appl. Phys., Vol.34: pp.4143-4147 (1995)

K. Uesugi, T. Obinata, I. Suemune, H. Kumano, and J. Nakahara: Epitaxial Growth of Znicblende ZnSe/MgS Superlattices on (001) GaAs. Appl. Phys. Lett., Vol.68: pp.844-846 (1996)

G. Sato, T. Numai, M. Hoshiyama, I. Suemune, H. Machida, and N. Shimoyama: Metalorganic MBE Growth of Nitrogen-doped ZnSe - TAN Doping and Nitrogen Plasma Doping. Jpn. J. Appl. Phys., Vol.35: pp. 1436-1439 (1996)

[2] 二次元分子組織の作製と構造評価に関する研究

M. Shimomura, M. Oguchi, K. Kasuga, K. Fujii, E. Shinohara, S. Kondo, N. Tajima, K. Koshiishi, Effect of Thermal Treatment on surface Monolayer and LB Film Prepared by Polyion Complex Technique. Thin Solid Films, 243: 358-360 (1994)

T. Kondo, T. Kakiuchi and M. Shimomura: Fluorescence Microscopic Imaging of Hydrolysis of Phospholipid Monolayers by Phospholipase D at Air-Water Interface. Thin Solid Films, 244: 887-889 (1994)

M. Shimomura, S. Oguma, M. Oguchi, M. Matsute, H. Shimada, R. Kajiwara, H. Emori, K. Yoshiwara, K. Okuyama, T. Miyashita, A. Watanabe and M. Matsuda: Tailored Charge Transfer Complex based on Two-dimensional Molecular Assemblies. Supramol. Sci., 1: 33-38 (1994)

Y. Okahata, Y. Fujimoto and K. Ijiro: A Lipid-coated Lipase as an Enantioselective Ester Synthesis Catalyst in Homogeneous Organic Solvents. J. Org. Chem., 60: 2244-2250 (1995)

Y. Okahata, K. Niikura and K. Ijiro: A Facile Transphosphatidylation of Phospholipids catalyzed by a Lipid-coated Phospholipase D in Organic Solvents. J. Chem. Soc., Perkin Trans. 1: 919-925 (1995)

M. Shimomura, S. Aiba, N. Tajima, N. Inoue, K. Okuyama: Crystal Engineering Based on Two-Dimensional Molecular Assemblies. Relation between Chemical Structure and Molecular Orientation in Cast Bilayer Films. Langmuir, 11: 969-976 (1995).

O. Karthaus, K. Ueda, A. Yamagishi, M. Shimomura: Stilbene Containing Amphiphiles in Supramolecular Assemblies. J. Photochem. Photobiol., 92: 117-120 (1995).

K. Ijiro, M. Shimomura, M. Tanaka, H. Nakamura, K. Hasebe: DNA Monolayers Complexed with Amphiphilic Intercalator at the Air-Water Interface. Thin Solid Films, 284/285: 780-783 (1996)

M. Shimomura, F. Nakamura, K. Ijiro, H. Taketsuna, M. Tanaka, H. Nakamura, K.Hasebe: Chiral Crystal Formation of Octadecylcytosine Monolayer by Complementary Base-pairing. Thin Solid Films, 284/285: 691-693 (1996)

M. Shimomura, O. Karthaus, and K. Ijiro: Tailoring of Stacked π-Electron Arrays from Electron- and/or Energy Donor-Acceptor Molecules Based on Two-Dimensional Supramolecular Assemblies. Synthetic Metals, 81: 251-257 (1996)

K. Okuyama, M. Shimomura: Crystal Engineering of Synthetic Bilayer Membranes in "New Developments in

Construction and Functions of Organic Thin Films", Ed. by T. Kajiyama and M. Aizawa, Elsevier Science B. V. (Amsterdam), 39-70 (1996).
下村政嗣：LB膜の構造と機能，触媒，37：549-555(1995)．
居城邦治，下村政嗣：機能性高分子としての二重らせんDNAの固体素子化，固体物理，30：1042-1048（1995）．
下村政嗣，居城邦治：単分子膜による分子認識とオプティカルセンシング，蛋白質核酸酵素，41：83-88（1996）．

[3] 量子干渉素子による脳神経細胞磁場の高感度計測に関する研究

N. Fujimaki, F. Takeuchi, T. Kobayashi, S. Kuriki and S. Hasuo: Event-related potentials in silent speech. Brain Topopgraphy, 6: 259-267 (1994)
K. Sekihara, F. Takeuchi, S. Kuriki and H. Koizumi: Reduction of brain noise influence in evoked neuromagnetic source localization using spatial correlation. Physics in Medicine and Biology, 39: 937-946 (1994)
D. Suzuki, S. Kuriki and M. Matsuda: Operation of high-Tc dc-SQUIDs in dc and ac bias flux-locked loop. Proc. 1994 IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference, 325-327 (1994)
Y. Hirata, S. Kuriki, S. Nakayama, K. Chinone, T. Ataka, K. Ikeda and Y. Kamioka: Design and development of a 19 channel SQUID magnetometer system. Proc. 1994 IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference, 1369-1371 (1994)
S. Kuriki, D. Suzuki and M. Matsuda: Degradation of modulation voltage in high Tc dc-SQUIDs. Ext. Abst. Int. Workshop High-Temperature Superconducting Electron Devices, 178-179 (1994)
K. Yokosawa and S. Kuriki: Design and fabrication of direct-feedback gradiometer: axial gradiometer made of superconductive films and SQUIDs. Review of Scientific Instruments, 65: 3814-3819 (1994)
小林哲生，土屋憲晃，栗城真也，L. Kaufman：視覚的呈示による仮名短期記憶走査に関連する自発脳磁界の抑制。第9回生体・生理工学シンポジウム論文集，9：43-46（1994）
白井直仁，小林哲生，栗城真也：脳磁界信号源の2ダイポール推定—シミュレーションと音声誘発応答への適用—。第9回生体・生理工学シンポジウム論文集，9：51-54（1994）
加藤和夫，大和田徹，小林哲生，栗城真也：格子刺激の運動・静止で生じる視野闘争・融合間の脳波変化—頭皮上自発脳波のパワー差分布解析—。電子情報通信学会技術研究報告，MBE 94-24：1-8（1994）
土屋憲晃，小林哲生，栗城真也，L. Kaufman：記憶走査課題遂行時に関連する自発及び誘発脳磁界の特性。電子情報通信学会技術研究報告，MBE 94-25：9-16（1994）
鈴木大介，松田瑞史，栗城真也：粒界接合型SQUIDの磁束変調電圧と雑音特性。電子情報通信学会技術研究報告，SCE 94-27：91-96（1994）
栗城真也：多チャンネルSQUID磁束計による脳磁界計測技術の現状。日本応用磁気学会研究会資料，86-3：17-20（1994）
野界武史，平田恵啓，栗城真也：聴覚誘発中潜時応答の脳磁界解析。電気学会マグネティックス研究会資料，MAG 94-168：25-30（1994）
平田恵啓，栗城真也：19チャンネルSQUIDシステムの開発。電気学会マグネティックス研究会資料，MAG 94-172：45-52（1994）
小林哲生，加藤和夫，栗城真也：両眼視野闘争過程に関連する皮質神経活動領域のEEGトポグラフィによる検討。日本ME学会生体情報の可視化技術研究会資料，2：1-6（1994）
S. Kuriki, Y. Okita, T. Kobayashi, F. Takeuchi: Localization of auditory cortical sources from multichannel-recorded magnetic fields elicited by monosyllable speech sounds. In: C. Baumgartner, L. Deecke, G. Stroink and S. J. Williamson (eds) Biomagnetism: Functional Research and Clinical Applications. Elsevier, pp. 174-178 (1995)
S. Kuriki, Y. Okita, Y. Hirata: Source analysis of magnetic field responses from the human auditory cortex
elicited by short speech sounds. Exp. Brain. Res., 104: 144-152. (1995)
T. Kobayashi, K. Kato, T. Owada, S. Kuriki: Difference of EEG spectral powers observed between binocular rivalry and binocular fusion. Front. Med. Biol. Eng., 7: 11-19 (1995)
栗城真也，平田恵啓，野界武史：脳磁界によるヒト聴覚皮質の活動解析。日本生理学会雑誌，57増刊号：31-41(1995)
藤巻則男，栗城真也，中島啓幾：カタカナ文字黙読時の事象関連電位。医用電子と生体工学，33：93-100（1995）
小林哲生，土屋憲晃，栗城真也：仮名短期記憶走査に関連する脳磁界αリズムの時空間的変動。電気学会論文誌電子情報システム部門誌，116-C：217-222（1996）
平田恵啓，栗城真也：脳磁界計測用19チヤネルSQUIDシステム。電気学会論文誌電子情報システム部門誌，116-C：181-186（1996）

[4] 血管内膜表面とリポ蛋白の相互作用の高感度光学測定の研究

狩野　猛，登　小燕：動脈硬化の発症機構に関する一仮説

一血管内壁表面上におけるリポ蛋白の濃縮現象について一。慈恵医大シンポジウム論文集「微小循環障害と血管内皮細胞機能異常に関する血液レオロジー的研究」メディカルレビュー社（東京），40-47（1994）

T. Karino: Flow patterns and preferred sites of vascular diseases observed in transparent natural blood vessels. J. Vasc. Surg., 20(1): 143-144 (1994)

X. Deng, Y. Marois, T. How, Y. Merhi, M. king, R. Guidoin and T. Karino: Luminal surface concentration of lipoprotein (LDL) and its effect on the wall uptake of cholesterol by canine carotid arteries. J. Vasc. Surg., 21: 135-145 and 22: 9A and 648 (1995)

H. Ishibashi, M. Sunamura and T. Karino: Flow patterns and preferred sites of intimal thickening in end-to-end anastomosed vessels. Surgery, 117: 409-420 (1995)

狩野　猛：血栓形成に及ぼす流れの影響。日本バイオレオロジー学会誌，9(4)：8-17（1995）

H. L. Goldsmith and T. Karino: Flow patterns and localization of vascular disease in the circulation. In: Endovascular Interventional Nueroradiology. (eds. R. N. N. Holzman and B. N. Stein), Springer-Berlag, New York, 25-67 (1995)

狩野　猛：血管モデルの血流パターン。現代医療，27(12)：9(3455)-17(3463)（1995）

和田成生，田中正夫，堀川　武，中村　宏，田中和嗣，戸刈　創：肺循環の力学モデルと人工呼吸における血流動態。日本機会学会論文集，A編 61-586：1445-1452 (1995)

S. Wada and M. Tanaka: Coupled behavior of lung respiration (computational respiratory mechanics approach). Bio-fluid mechanics (ed. H. Power),Computational Mechanics Publications, Southampton, 219-264 (1995)

[5] 神経細胞の非線形相互作用の高精度計測の研究

清水利伸，馬場欣哉，増田　宏，熊谷恒子，赤沢年一，太田利彦，下澤楯夫：神経細胞のパルス密度変調特性のGauss白色雑音を用いた推定。電子情報通信学会技術研究報告，MBE 93-140：55-60（1994）

赤沢年一，清水利伸，馬場欣哉，下澤楯夫：コオロギ気流感覚神経細胞のパルス密度変調におけるヒステリシス特性の推定。電子情報通信学会技術研究報告，MBE 94-26：17-24（1994）

太田利彦，清水利伸，馬場欣哉，下澤楯夫：Wienerの方法に基づくある非線形系の動特性推定における精度評価。電子情報通信学会技術研究報告，MBE 94-27：25-32（1994）

太田利彦，清水利伸，馬場欣哉，下澤楯夫：Sandwich構造をもつ非線形系の動特性推定における精度評価。電子情報通信学会技術研究報告，NLP 94-35：17-24（1994）

W. Kobayashi, Y. Baba, T. Shimozawa and T. S. Yamamoto: The Fertilization Potential Provides a Fast Block to Polyspermy in Lamprey Eggs. Developmental Biology, 161: 552-562 (1994)

J. Ikeda, M. Mizunami and Nicholas J. Strausfeld: Activity of higher center neurons of the cockroach during walking. Neuroscience Research, 19: S230 (1994)

M. Mizunami: Processing of contrast signals in the insect ocellar system. Zoological Science, 11: 175-190 (1994)

M. Mizunami: Information processing in the insect ocellar system. Advances in Insect Physiology, 25: 151-265 (1994)

Y. Baba, K. Hirota, T. Shimozawa, T. Yamaguchi: Differing afferent connections of spiking and nonspiking wind-sensitive local interneurons in the terminal abdominal ganglion of the cricket Gryllus bimaculatus. J. Comp. Physiol. A.176: 17-30 (1995)

T. Kikukawa, T. Araiso, K. Mukasa, T. Shimozawa, N. Kamo: The molecular motion of bacteriorhodopsin mutant D96N in the purple membrane. Fed. Eurp. Biochem. Soc. Letters 377: 502-504 (1995)

M. Mizunami: Neural organization of ocellar pathways in the cockroach brain. J. Comp. Neurol., 352: 458-468 (1995)

M. Mizunami: Morphology of higher ocellar neurons in the cockroach brain. J. Comp. Neurol., 362: 293-304 (1995)

赤沢年一，下澤楯夫，清水利伸，馬場欣哉：コオロギ感覚神経細胞のパルス密度変調に見られるヒステリシスについて。電子情報通信学会技術報告，NC 94-73：105-112(1995)

太田利彦，清水利伸，馬場欣哉，下澤楯夫：Laguerre函数を用いたSandwich Systemの同定法。電子情報通信学会技術報告，NLP 95-31：41-46（1995）

三谷光照，大堀隆文，渡辺一央，下澤楯夫：神経回路網内ゆらぎによって駆動される学習法に関する理論的探求。電子情報通信学会技術報告，NC 94-65：41-48（1995）

塚田　稔，馬場欣哉，赤沢年一，清水利伸，下澤楯夫：昆虫介在神経細胞のスパイクエンコーディングの解析。電子情報通信学会技術報告，MBE 95-29：pp.41-46（1995）

下澤楯夫，加納正道，J.S. カンワル，管乃武男：皮質ニューロン同士の活動相関からみたヒゲコウモリ FM-FM 野の機能。計測自動制御学会　第10回生体・生理工学シンポジウム論文集，BPES'95：201-204（1995）

平澤宏祐，清水利伸，馬場欣哉，下澤楯夫：2つの周期成

分をもつ入力に対するHodgkin-Huxleyニューロンの Stochastic resonance. 計測自動制御学会　第10回生体・生理工学シンポジウム論文集，BPES'95：457-460（1995）
水波　誠，岡田龍一：歩行運動時のゴキブリのキノコ体ニューロンの活動生理。生体工学シンポジウム論文集　pp. 273-276（1995）
下澤楯夫，大原昌弘，浦野　知：スケーリング：動物設計論—動物の大きさは何で決まるのか—(K.Schmidt-Nielsen著 Scaling訳）コロナ社，東京 p 302（1995）
水波　誠：キノコ体は記憶の座である(分担執筆)．富永佳也編，昆虫の脳を探る。共立出版，pp.218-233（1995）
水波　誠：昆虫の単眼系の働きと進化(分担執筆)．宮下保司・下條信輔編，脳から心へ—高次機能の解明に挑む。岩波書店，pp.292-299（1995）
水波　誠：明暗視の神経機構：昆虫単眼系の研究から。比較生理生化学，11：63-73（1994）
水波　誠：昆虫の単眼系の働きと進化。科学，64：582-589（1994）
下澤楯夫：鳴く虫の物理と感覚。昆虫と自然，30(11)：17-22（1995）
下澤楯夫：コウモリのソナー系と運動制御系　システム／制御／情報，39(8)：387-392（1995）
下澤楯夫：昆虫の脳と我々の脳はどう違うの？　文部時報，1422：74-75（1995）
下澤楯夫：書評(昆虫の脳を探る，共立）比較生理生化学 12(2)：212（1995）
M. Mizunami: Functional diversity of neural organization in insect ocellar systems. Vision Res., 35: 443-452(1995)
水波　誠，岡田龍一，池田潤治：歩行運動時の昆虫のキノコ体ニューロンの活動。電子科学研究，3：104-106(1995)

[6] 神経情報処理の数理モデルによる高感度計測の解析に関する研究

Y. Nishiura and I. Ohnishi: Some mathematical aspects of micro-phase separation in diblock copolymers. Physica., D. 84: 31-39 (1995)
Y. Nishiura and I. Ohnishi: Spectral comparison result and morphology for diblock copolymer problems. Lecture Notes in Num. APPI. Anal., 14: 253-256 (1995)
T. Takaishi, M. Mimura, and Y Nishiura: Pattem formation in coupled reaction-diffusion systems. Japan J. of Industrial and Applied Math., 12(3): 385-424 (1995)
Y. Nishiura, J. Shidawara, and T. Takaishi: Dynamics of inhibitory pulse-coupled oscillators, Applicable Analysis vol.4 dynamical Systems and Applications. 549-562 (1995) World Scientific.
Y. Nishiura and H. Suzuki: Instability of stationary interfacial pattens for reaction diffusion systems in higher dimensional spaces, Proceedings of International Conference on Nonlinear Evolution PDE, Bejing, PR China, June 21-25, (1993)（印刷中）
M. Taniguchi and Y. Nishiura: Stability and characteristic wavelength of planar interfaces in the large diffusion limit of the inhibitor. Proc. Roy. Soc. Edingburgh. 126A: 117-145, (1996)
Y. Nishiura and D. Ueyama: The dynamics of self-replicating pattems and spiral pattens in an oscillatory field. to appear in the Proc. of NOLTA'95, Las Vegas, (1995)

[7] 光干渉法を用いた位相計測法の開発研究

岩井俊昭，岡本　卓，朝倉利光：光散乱現象研究の展開—単一散乱から多重散乱まで—。応用物理，63：14-22（1994）
T. Iwai, H. Furukawa and T. Asakura: Monte Carlo simulations for weak localization of light based on Rayleigh-Debye scattering., Proc. of 7th International Workshop on Multiple Scattering Lidar/Light Experiments (MUSCLE7), 94-95 (1994)
H. Yoshimura and T. Iwai: Array generators for Gaussian Schell-model beams. Coherence and Quantum Optics VII J. Eberly, L. Mandel, and E. Wolf ed. (Plenum, 1996) 697-698.
T. Iwai, H. Yoshimura, T. Asakura and T. Kubo: Refractive-index profiling of optical fiber preform using an auto-Wigner distribution function. Proc. 6th Topical Meeting of the European Optical Society "Optics and Information," Topical meeting digests series Vol.6: 10. 3 (1995).
H. Yoshimura and T. Iwai: Coherence properties of a source array derived from a Gaussian Schell-model beam. Appl. Opt., 34: 7581-7587 (1995).
T. Iwai, H. Furukawa, and T. Asakura: Numerical analysis on enhanced backscatterings of light based on Rayleigh- Debye scattering theory. Opt. Rev., 2: 413-419 (1995).
T. Iwai and T. Asakura: Speckle reduction in coherent information processing. Proc. of IEEE 84: 765-781 (1996).
K. Ishii, T. Iwai and T. Asakura: Investigation of the angular dependence of enhanced backscattering light due to Brownian dynamics by means of the diffusive transport theory of photons. J. Opt. Soc. Am., A14 (January, 1997)（印刷中）