

# 東京女子医科大学大学院 医学研究科 先端生命医科学系専攻

TOKYO WOMEN'S MEDICAL UNIVERSITY  
GRADUATE SCHOOL OF MEDICINE  
ADVANCED BIOMEDICAL ENGINEERING AND SCIENCE

Integrin 3 Is Correlated to the Properties of Quiescent Hemopoietic Stem Cells Possessing the Side Population Phenotype† Terumasa Umemoto,\* Masayuki Yamato, Yoshihiro Masuda,† Masaru Terawawa,† Joseph Yang,\* Kohji Nishida,† Yoshiko  
of tissue-specific stem cells, the identification of stem cell-specific markers is of considerable importance. Previously, the side population (SP) phenotype, with  
that high expression of integrin 3 (CD61) is an attribute of SP cells isolated from mouse bone marrow. Additionally, we confirmed that the expression of integrin 3  
stem cells, and long-term hemopoiesis. Importantly, lineage (Lin)<sup>−</sup>/integrin 3 high (3high) SP cells have as strong a capacity for long-term hematopoietic reconstituti  
of HSCs, is associated with integrin v (CD51). Therefore, our results demonstrate that high expression of integrin 3 is correlated to the properties of quiescent HSCs. In  
stem cell biology, the identification of markers that distinguish stem cells from their differentiated progeny is most essential for the study of stem cell biology. In  
binding cassette transporter 2 (ABCG2), and is a reliable marker of hemopoietic stem cells (HSCs) with the capacity for long-term hematopoietic reconstitution. ABCG2  
is a common feature of tissue-specific stem cells. The enrichment of adult stem cells based on the ability to pump Hoechst dye efflux is now considered a general cha  
thought to reside in the basal layer of the limbal epithelium (7–9), which is located at the transition between the cornea and the conjunctiva. ABCG2 is also expressed  
(10). However, while the ability for Hoechst dye efflux via ABCG2 is now considered a general characteristic of stem cells, the specific ligands that ABCG2 pumps  
to ligands that are components of the extracellular matrix, as well as some soluble ligands such as cytokines and chemokines. ABCG2 is also expressed in other  
ns play a role in many biological processes, including cell growth, differentiation, migration, and cell death. ABCG2 is also expressed in other tissues, including  
y, integrin 1 (CD29) has been shown to be highly expressed and able to induce adhesion of cells to extracellular matrix components. Integrin 1 is also expressed  
Integrin subunit profiling, we have observed that limbal epithelial SP cells, which are enriched for ABCG2, also express integrin 3 (CD61) or integrin IIb (CD41), and participates in many biological processes  
related to adult stem cells. In this study, we show that expression of integrin 3 is correlated to the properties of quiescent HSCs. Importantly, lineage (Lin)<sup>−</sup>/integrin 3  
hemopoietic reconstitution. Materials and Methods All animal experiments were performed in accordance with the guidelines of the Institutional Animal Care and Use Committee of the Institute of Laboratory Animal Resources  
sample prepared by the Institute of Laboratory Animal Resources (ILAR), National Institutes of Health (NIH), Bethesda, MD. All animal experiments were performed in accordance  
An Abc was obtained from BD Biosciences/BD Biosciences (San Jose, CA). Integrin 3 (CD61) Ab was obtained from BD Biosciences/BD Biosciences (San Jose, CA). Integrin  
(Amersham Biosciences) was used as secondary antibody. All other reagents were purchased from Wako Pure Chemical Industries, Ltd. (Japan). Cells were cultured in  
Briefly, isolated bone marrow cells were incubated with 5 μM Hoechst 33342 (Sigma) for 2 h at 37°C. Cells were then incubated with 10 μM Hoechst 33342 for 2 h at 37°C. Cells  
(10, 17). Briefly, isolated bone marrow cells were incubated with 5 μM Hoechst 33342 (Sigma) for 2 h at 37°C. Cells were then incubated with 10 μM Hoechst 33342 for 2 h at 37°C. Cells  
Doulter). For the isolation of SP cells, cells were incubated with 5 μM Hoechst 33342 (Sigma) for 2 h at 37°C. Cells were then incubated with 10 μM Hoechst 33342 for 2 h at 37°C. Cells  
incubated with the control dye, Hoechst 33342, for 2 h at 37°C. Cells were then incubated with 10 μM Hoechst 33342 for 2 h at 37°C. Cells were then incubated with 10 μM  
ed from 10,000 cells. Cells were then incubated with 10 μM Hoechst 33342 for 2 h at 37°C. Cells were then incubated with 10 μM Hoechst 33342 for 2 h at 37°C. Cells  
ed by 50 cycles of amplification. The amplified DNA was then analyzed by gel electrophoresis. The amplified DNA was then analyzed by gel electrophoresis. The amplified DNA  
were calculated. The amplified DNA was then analyzed by gel electrophoresis. The amplified DNA was then analyzed by gel electrophoresis. The amplified DNA was then analyzed  
Blotting and Immunoblotting. Total RNA (10 μg/lane) was extracted from cells using RNeasy spin columns (Qiagen) and purified. Total RNA (10 μg/lane) was extracted from cells  
and immunoblotted with primary antibodies. Blotting and Immunoblotting. Total RNA (10 μg/lane) was extracted from cells using RNeasy spin columns (Qiagen) and purified. Total RNA  
subjected to Northern blotting and Southern blotting. SP gates (Fig. 1C–E). As the strength of the SP phenotype was amplified (indicated by lower Hoechst fluorescence intensity due to greater dye efflux), the percentage of integrin 3 cells also  
which has the highest expression of ABCG2 (2) and 3 cells (Fig. 1C). Furthermore, we investigated whether SP cells possessing stronger expression of integrin 3 also show high  
“low” gates containing the highest 30% and the lowest 30% of fluorescence intensity were isolated based on integrin 3 staining plots (Fig. 1D). The Lin<sup>−</sup>/integrin 3 high SP cells  
Interestingly, the Lin<sup>−</sup>/3high SP fraction also had comparable ABCG2 mRNA levels compared with c-Kit<sup>+</sup>/Sca-1<sup>+</sup>/Lin<sup>−</sup> (KSL) SP cells (Fig. 1E). These results indicate that the Lin<sup>−</sup>/3high SP  
red the single characteristic of SP cells, which is the ability to pump Hoechst dye efflux. The Lin<sup>−</sup>/3high SP fraction also had comparable ABCG2 mRNA levels compared with c-Kit<sup>+</sup>/Sca-1<sup>+</sup>/Lin<sup>−</sup>  
the same percentage as KSL SP cells (Fig. 1E). These results indicate that the Lin<sup>−</sup>/3high SP fraction also had comparable ABCG2 mRNA levels compared with c-Kit<sup>+</sup>/Sca-1<sup>+</sup>/Lin<sup>−</sup>  
Therefore, it appears that the expression of integrin 3 is correlated to the properties of quiescent HSCs. Importantly, lineage (Lin)<sup>−</sup>/integrin 3 high (3high) SP cells have as strong a capacity for  
We also confirmed that p21Cip1, another cyclin-dependent kinase inhibitor, was expressed in SP cells (Fig. 1F). p21Cip1 is a well-known negative regulator of cell cycle  
age of 60 cells that is comparable to the KSL SP fraction. These results indicate that the Lin<sup>−</sup>/3high SP fraction also had comparable ABCG2 mRNA levels compared with c-Kit<sup>+</sup>/Sca-1<sup>+</sup>/Lin<sup>−</sup>  
demonstrated that Lin<sup>−</sup>/3high SP cells contained a significantly higher percentage of CD135<sup>+</sup>/Sca-1<sup>+</sup>/endoglin<sup>+</sup> and CD135<sup>+</sup>/Sca-1<sup>+</sup> cells compared with Lin<sup>−</sup>/3low SP cells (Fig. 1G).  
bone marrow SP cells (20, 21). CD150, a member of the signaling lymphocytic activation molecule (SLAM) family of receptors that is specifically expressed by HSCs, is  
ent progenitors (MPPs) (22). Together, these results indicate that Lin<sup>−</sup>/3high SP cells account for a greater proportion of HSCs in the bone marrow than Lin<sup>−</sup>/3low SP cells.

先端医療を切り拓く

THE PIONEERS OF ADVANCED MEDICAL SCIENCE

## 先端生命医科学への招待

私たちは 21 世紀が病院のみならず産業においても新医療が従来の医療を大きく変革する時代であることを目の当たりにしております。従来の「医学」の枠にとらわれず、材料・機械・情報をはじめとする理工学や生物学・薬学・医学などの異なる概念と技術を融合させ、生体への理解を深めつつ医療の向上を目指した、「生命医科学 (Biomedical Engineering and Science, BMES)」研究が活発になってきています。

東京女子医科大学は BMES に着目し、1969 年に「医用技術研究施設」を発足させ、以来「医用工学研究施設」へと発展を遂げつつ、常に時代の趨勢に確実に応え続けながら未来の最先端医療の創造に向けて大きく貢献してまいりました。新世紀を迎えた 2001 年、BMES 研究をさらに強力に推進すべく先端生命医科学研究所を誕生させました。

本研究所は、この設立理念を発展・実現するため、世界にも例を見ないユニークな研究体制作りと大学院教育ならびに社会人教育プログラムを実施しております。スタッフは、理工学・生化学・細胞生物学・医学の各分野を修めた研究者であり、ここに臨床現場で活躍している医師も加わり、文字通り「医・理・薬・工」の融合が人材のレベルで実現されています。この姿勢は、2001 年 4 月に新設された本学大学院「先端生命医科学系専攻」、ならびに 40 年近くに渡り医療産業界の社会人に対して系統的な医学教育を供する「バイオメディカル・カリキュラム」においても貫かれています。すなわち、いずれのプログラムでも医学部卒業生のみならず、理工系・薬学系・文科系出身者を対象に、未来の理想的な高度医療社会の実現に向け、研究と教育のユニークな場を提供しています。

研究推進に当たって、本学大学院の臨床・基礎医学系各専攻や、連携大学院である早稲田大学大学院理工学研究科生命理工学専攻をはじめとする他大学の理工系、および生物・薬学系の研究室、さらにはさまざまな機関との連携を積極的に行っております。この取り組みは 2006 年度に、文部科学省科学技術振興調整費における「先端融合領域イノベーション創出拠点の形成」の 1 つとして採択されております。「再生医療本格化のための最先端技術融合拠点」を形成し、当研究所が世界に先駆けて開発した細胞シート工学が臨床応用され、角膜や心臓の不治といわれた症例の治癒に成功しています。さらに 2007 年度には、文部科学省の私立大学学術研究高度化推進事業のハイテク・リサーチ・センター整備事業による「未来医療実現のための先端医学研究センター」を設立し、医工連携のみでなく産業サイドとも密に連携し、新規医療技術・システム創成の拠点を形成しています。このような実績を基に、2008 年 4 月には早稲田大学と東京女子医科大学が同じキャンパス敷地内の大学院に乗り入れ、「東京女子医科大学・早稲田大学連携先端生命医科学研究教育施設 (通称 TWIns)」を開設し、さらなる先端医療領域での新産業創出と新しい学問領域の確立に取り組んでいます。

以上のように本研究所の医・理工薬連携を基盤とする独創的な研究成果は、これまで国内外で高く評価され、2008 年度にはスーパー特区として「細胞シートによる再生医療実現プロジェクト」が採択され、先端医療を大きく発展させるべく研究、教育に研鑽を積んでおります。これからも、次世代の医療を支える新しい概念と技術の創出を行うべく全力を挙げて取り組み、安全で安心な健康社会の実現に向けてユニークな研究と教育を進めて行きます。

岡野 光夫

東京女子医科大学 先端生命医科学研究所 所長・教授

先端生命医科学への招待	02
大学院システムの紹介	03
専攻分野研究概要	
・ 先端工学外科学分野	05
・ 遺伝子医学分野	07
・ 代用臓器学分野	09
・ 再生医工学分野	11
・ 統合医科学分野	13
スタッフ紹介	15
大学院生・卒業生の声	17
バイオメディカル・カリキュラム紹介	18



表紙：20℃の低温処理で温度応答性培養皿から剥離・回収した尿路上皮細胞シートの写真

## 設立の経緯と研究・教育

20世紀に飛躍的に発展した電気・機械・材料・化学・生物・情報・システムなど理工学の知識と技術は医療分野へと積極的に応用され、学際的な性格を帯びた生命工学（バイオメディカルエンジニアリング）という新たな学問分野と医療機器産業を創出するに至りました。21世紀の現在、医学と理工学との協調をさらに強力に推進し、この新領域の学問体系と産業基盤を確固たるものにするとともに、真の先端医療を創出するための新しい概念・技術・人材を生み出していくことを強く求められています。

東京女子医科大学先端生命医学研究所では、学内外の大学や研究機関に所属する研究者、医師、さらには産業界との連携を通じて、世界をリードする最先端医療技術を構築するために、基礎から臨床応用までの幅広い研究を展開しています。また、社会人教育のために1年制のバイオメディカル・カリキュラムを用意し、

基礎医学・臨床医学・医用工学・バイオ技術等について系統だった網羅的な医学教育を40年以上にわたって行ってまいりました。

このような背景のもと、理工薬学と医学が融合した新しい学問領域におけるさらなる人材育成を目的として、2001年に先端生命医学研究所が中心となって運営する大学院先端生命医学系専攻が新設されました。専攻内には、今日の医療の最先端たる先端工学外科学分野・遺伝子医学分野・代用臓器学分野・再生医工学分野・統合医科学分野の5分野が設置され、各分野を有機的に協調させながら運営されています。

## カリキュラム

東京女子医科大学では、「基礎医学・社会医学・臨床医学・先端生命医学に関連づけた研究に専念することで、新しい医療技術を開発するとともに、学問的、および社会的に有為な人材を育成する」ことを目的とし、6つの専攻（形態学系、機能学系、社会医学系、内科系、外科系、先端生命医学系）からなる大学院医学研究科（博士課程）が設置されています。

先端生命医学系専攻では、急速に発展している画像処理、計算機科学、バイオマテリアル、微小システムなどの理工系テクノロジーを巧みに取り込むことで、従来にない外科手術システム、世界的規模で期待される遺伝子医療、移植医療、あるいは再生医療に着目しています。このため、情報工学や機械工学の技術者に加え、分子生物学、細胞生物学から組織学、解剖生理学の専門家に対して、大きくその門戸を開いています。

先端生命医学系専攻のカリキュラムは、基本的な知識と技術を修得するための「大学院共通カリキュラム」と、博士論文作成のための研究指導を受ける「主分野」および「選択分野」から成ります。本カリキュラムでは、生命科学、医学、工学の相互的理解を深めるような教育、研究環境を通じて、融合領域のバイオメディカルエンジニアリングを理解することを目的としています。

### 先端工学外科学分野



### 遺伝子医学分野



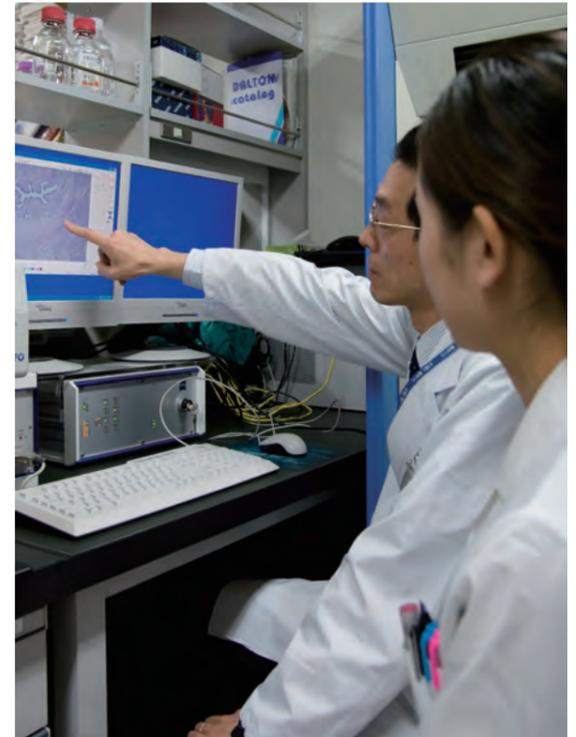
### 代用臓器学分野



### 再生医工学分野



### 統合医科学分野



## 先端生命医学系専攻

# 大学院システムの紹介

### ● 大学院共通カリキュラム

- (1) 総合カリキュラム：学長による講義、動物実験の基礎知識、再生医工学・分子細胞生物学・遺伝医学総論、医学教育論、医学論文の書き方など
- (2) 実習：先端工学外科学、再生医学、遺伝子治療、生体材料、代用臓器など各分野担当講師による実験実習
- (3) 主任教授による講義：短期集中の講義

### ● 主分野および選択分野

各分野での研究可能テーマの中から選択し、指導教員のもとで講義や実習、研究指導を受け、博士論文を作成します。

## 先端工学外科学分野 Advanced Techno-Surgery

術者の「新しい目・手・頭脳」の研究開発と  
安全で正確な「精密誘導手術」の実現

安全な外科手術というものはありません。だからこそ医療現場では手術の安全性をどのように確保するかが問われ続けているのです。本研究室は、医療の安全を支援する技術を中心に研究開発を行っています。脳外科で見ると、脳はちょうど絹ごし豆腐のように柔らかい非常にデリケートな臓器です。しかも場所によっては1mmでも違うと異なる機能が存在するという微細な構造をもっているのです。脳の手術とは、もろくて複雑な臓器を手術することなのです。手術の安全を確保し常に改善していくためには、外科医の体系的なトレーニングが必須なのは言うまでもありません。さらに外科医を支援する新しい手術システムの開発が不可欠で、とりわけ、切除すべき場所、傷つけてはいけない場所を常時正確に識別し、安全にかつ正確に手術できるようにすることが重要なのです。

これらを実現するために、外科医の新しい目（術中オープンMRI・インテリジェント手術室など）、新しい手（精密誘導手術用機器・システム、ラジオサージェリーシステムなど）、新しい脳（戦略デスク・手術安全支援システムなど）とこれら先端医療システムの評価システム・レギュラトリーサイエンスを医工連携とスピード・イノベーションの理念を基に産官・学のスタッフと共同で研究開発中です。

### 大学院生へのメッセージ

本研究室は臨床医学、機械工学、情報工学のみならず様々なバックグラウンドを持ち、また臨床医師、研究者、医療機器メーカー、獣医師など様々な分野で活動する人材が集まり、有機的な議論と高いモチベーションを持って新たな分野の開拓と次世代の医工学をリードする目利き人材とスペシャリストたる人材の養成を目指しています。自己の領域にとらわれず異文化・異業種への高い関心を持ち、新時代の外科学の開拓に燃える方々をお待ちしています。



インテリジェント手術室と手術ナビゲーション

### 情報誘導手術

浸潤性の悪性神経腫瘍をターゲットとし、患者の生存率とQOLを向上させるための新規治療システム開発を行っています。腫瘍の位置情報を知らせる術中MRIやナビゲーションシステム、神経モニタリングシステムを臨床開発しました。650例を超える臨床応用を行い、特にGrade IIIの悪性脳腫瘍において術後5年生存率を78%（当院実績）にまで飛躍的に向上させました。これらの技術を始め、手術に必要な情報を高品位に可視化する術者の「新しい目」を提供する技術開発を行い、安全で精度の高い情報誘導手術を実現するシステムの研究を行っています。またこの術中MRI誘導下脳腫瘍外科システム「インテリジェント手術室」をベースとした「インテリジェント動物手術室」を新たに設置し、臨床・研究双方からの革新的医療システム開発を進めています。



手術安全支援システム

手術戦略デスク

### 医療環境支援システム

これからの外科治療は、手術過程を術前・術中・術後まで管理し、患者を含めた病態をイベントレコーダ・イベントシミュレータで管理する、一貫したシステム治療に移行していくと考えます。これは、手術過程の解析による手術の標準化であり、高品質の医療を保障するリスクアセスメント・マネジメントシステムの構築です。すなわち手術戦略システムの管理下で、術前・術中のプランニングと手術デバイスの稼動状況をリアルタイムに管理し、目標に向かうロードマップ（戦術）を最適化しながら、目的を達成することに他なりません。我々は手術過程解析のための術中情報収集システムの技術開発と「新しい頭脳」として現場のスタッフの戦略的作業支援を行う「手術戦略デスク」の研究開発を行っています。

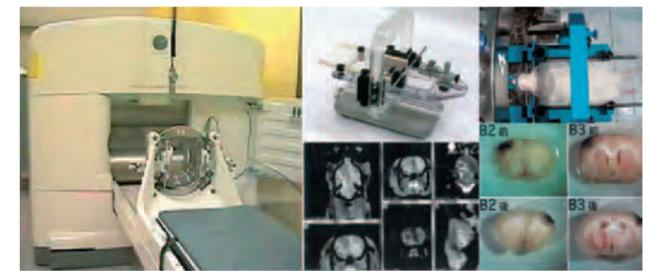


脳腫瘍レーザー手術ロボットシステム

細胞シート移植マニピュレータ

### 手術ロボット・デバイス

様々な外科治療の領域で術者に「新しい手・頭脳」を提供し、精密で安全な低侵襲手術を実現する技術の開発を行っています。術者の「新しい手」の技術としては手術ロボットや多機能手術器具などの先進手術デバイスの開発を行っています。人間の手を超えた精密さ・作業分解能・操作性を実現するレーザー手術ロボットやマスタースレーブマニピュレータ、超音波やレーザーを用いた新たな手術デバイス、細胞シートを用いた先進再生医学の臨床への展開を目指した新しい移植デバイスの開発など、脳神経外科、心臓血管外科、胸部外科、再生医療を始めとする様々な治療を支援する機器の研究開発を行っています。またこれら治療における先進的医療機器の安全性と効用を科学的に評価するための、医療機器レギュラトリーサイエンスの構築を目指し、研究を進めています。



ガンマナイフ C-APS

ラットフレームを用いた評価実験システム

### ガンマナイフ

ガンマナイフ (Stereotactic gamma radiosurgery) は、201個のCo60線源を半球状に配置し、それぞれから放出されたガンマ線がちょうどその中心に収束されるように設計されており、その収束点のみで高エネルギー放射線を用いた腫瘍焼灼ができるピンポイント放射線治療装置です。本学に導入されているガンマナイフ C-APSはその位置決めとナビゲーションをロボット・コンピュータ支援により100μmの精度で遂行することが可能であり、非常に安全で効果的な治療を行うことが可能となっています。本研究室ではこのロボタイズドガンマナイフを用いてさらに安全で効果的な治療システムを構築するための臨床研究とシステム開発を行っています。

## 遺伝子医学分野

Gene Medicine

遺伝子情報から導き出せる  
個人にあわせた最適な治療法

2003年4月、ヒトゲノムの全配列が解読されたことがアメリカ、イギリス、日本、フランス、ドイツ、中国の6カ国の首脳により宣言され、ポストゲノム時代に突入しました。ゲノム創薬、テーラーメイド医療など、新たな方向性を持ったゲノム研究が全世界的に展開されています。社会的にもゲノムへの関心はかつてない高まりを見せ、未来の中核的な産業の一部として重要な位置を占めると予測されています。これまでのゲノム研究において重要とされてきた分子生物学や細胞生物学は引き続き大きな役割を果たすものの、医療分野においてはとくに数理人類遺伝学、ゲノム倫理学、遺伝子診断学や遺伝子治療学が重要視されてきています。一方、薬物治療の分野においては、ナノサイズの微粒子を運搬体（キャリア）として薬物や遺伝子の血中安定性を高めるとともに、標的とする細胞・組織に選択的に送達することで、効果的な治療を実現するドラッグデリバリーシステム（DDS）が次世代の先端医療として期待されています。

遺伝子医学分野では、人それぞれの遺伝情報の違いを学術的に理解することで次世代の遺伝子診断学や遺伝子治療学の発展に寄与するとともに、患者さんにより効果的な治療を提供するためのDDSの研究開発を通して、個人個人に最適な医療を提供するテーラーメイド医療の実現を目指しています。

### 大学院生へのメッセージ

遺伝子医学分野では、ポストゲノム研究に必須な遺伝子関連分野の学問領域の発展と、これらの知見を医療に結びつけるための技術開発を通して、次世代の先端医療を担う人材の育成に取り組んでいます。遺伝子医学はさまざまな学問分野や概念が有機的に融合するきわめて学際的な領域です。自分のフィールドを抜け出して、異分野融合を通じて21世紀の先端医療の礎を築くというパイオニア精神を抱いたあなたが当分野の門を叩くことをお待ちしております。



### ゲノムデータの遺伝統計学的解析に基づく テーラーメイド医療

ヒトゲノムは約32億個の塩基配列からなりたっています。その約0.1%には一人一人に違いがあります。これが身長、体重、病気になりやすさ、薬剤による効果や副作用の出やすさに大きく関係しています。人それぞれのわずかなゲノムの違いが明らかになり、この情報が医療に利用されるようになると診断や治療は飛躍的に進歩すると考えられています。薬物治療における副作用は大幅に低減し、薬剤の効果は今まで以上に発揮されることが期待されています。最近、個人個人の50万個の遺伝子の違い（SNP）や、個人の全ゲノム配列が研究レベルで日常的にわかるようになり、近い将来に臨床にも応用されるようになると考えられています。しかしながら、そのゲノムデータ量は膨大であり、それを正確に効率よく解析するためには専門的な遺伝統計学や遺伝情報学の知識と技術が必要不可欠です。我々は、膨大なゲノムデータを遺伝統計学や遺伝情報学に基づいて解析し、個人個人に合った医療を行うための技術開発と人材育成を目指しています。

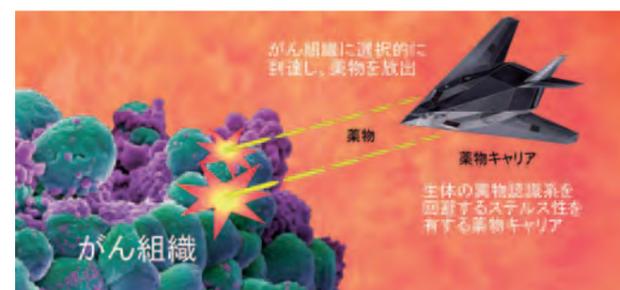


### 遺伝子疾患の分子遺伝的研究と治療法の開発

筋ジストロフィー、脊髄性筋萎縮症などの遺伝性神経筋疾患は小児期から重い障害を呈する難病です。これらの疾患の病因・病態を解明し、根本治療法開発の基盤を固めることを目的としています。4つの大きなテーマを柱とした遺伝性神経筋疾患の病因・病態の解明と治療法の確立を推進しています。

- (1) 点変異を含む微小変異を効率的に検出するシステムの開発
- (2) 患者由来の骨格筋細胞と繊維芽細胞の初代培養系と細胞株の樹立
- (3) 培養骨格筋細胞と繊維芽細胞を用いた疾患治療法の開発
- (4) モデルマウスに対する治療法の開発

変異を効率的に同定し、患者由来の培養骨格筋細胞と繊維芽細胞において、変異に応じた治療法を検討します。また、点変異に対しては、アミノグリコシド系抗生物質によるストップコドン乗り越え治療、その他の変異ではウィルスベクターやポリマーを用いた遺伝子導入を行い、臨床への応用を目指しています。



### ナノミセル型薬物キャリアを用いる ドラッグデリバリーシステム

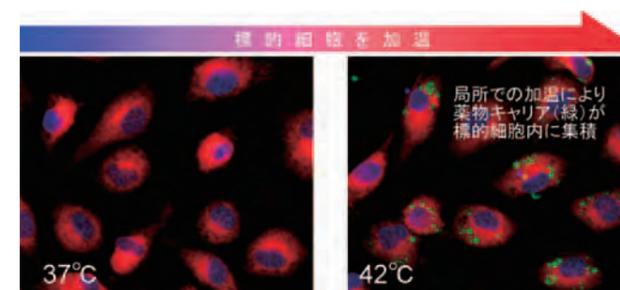
合成高分子を薬物や遺伝子の運搬体（キャリア）として応用することで、標的部位に選択的に薬物を運搬し、副作用の少ない安全な薬物治療システムの確立を目的としています。

親水性・疎水性などの不均質な構造をもつブロックコポリマーが、水中で自発的に会合した高分子ミセルの薬物キャリアとしての応用を検討しています。高分子ミセルの粒径は非常に小さく（10～100nm）、内核と外殻の明確な二層構造をもつために、外殻により生体との相互作用を通して体内動態・分布を決定し、内核には薬物を物理的あるいは化学的に封入することができます。親水性高分子であるポリエチレングリコールを外殻にもつ抗がん剤内包型の高分子ミセルは、固形がん近傍の特徴的な性質により高いがん集積性を示し、優れた抗がん活性を発現することが明らかとなっています。



### 遺伝子カウンセリングにおける人材育成

ヒトゲノム情報が明らかとなり、染色体異常症、神経疾患、筋疾患、がんなどの疾患の遺伝と遺伝子の謎が解明されてきています。その成果は遺伝子診断や遺伝子治療として臨床の現場においても応用され始めてきています。このような遺伝子医学の発展の中で、患者の遺伝子診断の結果が親族全体へ影響を及ぼす可能性、治療法のない疾患の遺伝子診断の実施の可否、遺伝子情報漏洩の危険性、遺伝的差別への危惧などさまざまな倫理的・法的・社会的問題が注目されてきています。医療現場においては、遺伝子医学の専門知識に沿って医療を受ける人の状況に合わせたテーラーメイド医療を提供し、遺伝子情報に基づく適切な治療の方向を追究することがきわめて重要です。我々は、個人個人の遺伝子情報にあわせた最適な治療法を提供するとともに、患者への支援、心理的援助をしながら、遺伝子情報を個人情報として扱うことのできる人材の育成を行っています。



### 温度応答性ナノミセル型薬物キャリアと 局所加温を併用したがん化学療法

必要なときに、必要な場所で、必要な量の薬物を放出するという究極の薬物治療を目指したドラッグデリバリーシステムでは、刺激に応答して機能を発現するインテリジェント型の薬物キャリアの開発が重要な鍵をにぎっています。近年、熱、超音波、磁場などの物理的刺激を標的部位に局所的に与えることで、標的部位に送達されたキャリアから薬物を効率的に放出する理想的な薬物治療が期待されています。

我々は、温度変化で親水性・疎水性と性質が変化する温度応答性高分子でミセルの外殻を構成することで、ある温度以上で固形がん部位選択的に薬物を放出したり、標的細胞内への取り込みが促進するインテリジェント型の薬物キャリアについて研究を進めています。がん治療で利用される局所温熱療法（ハイパーサーミア）との併用により、より効果的ながん化学療法の実現が期待されます。

## 代用臓器学分野

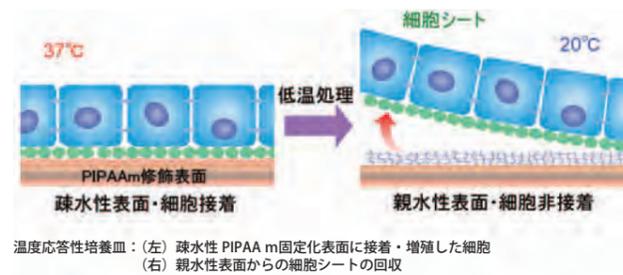
Organ Replacement

先端医療を実現する  
バイオマテリアルの創製

生体臓器の機能が低下、または廃絶した患者に対し、臓器移植、あるいは人工臓器などの代用臓器が臨床の現場で広く利用されています。科学技術の進歩とともに、これら代用臓器の機能は飛躍的に向上しています。代用臓器学分野では、これら既存の代用臓器を基本とし、最先端科学を駆使した新しい代用臓器の研究・開発に主眼をおいています。代用臓器学分野は「バイオマテリアル」、「組織・臓器移植」、「人工臓器」の3つの柱で構成されています。「バイオマテリアル」は、代用臓器を支える基本要素であり、生体・組織適合性材料をはじめとする全ての医用材料だけでなく、ドラッグデリバリーシステムやバイオセンサなどへのバイオマテリアルの新しい応用をも研究対象としています。「組織・臓器移植」では、人工臓器との相補・連携を基本と考え、移植免疫、免疫寛容、臓器保存、体外免疫調節などの基盤技術と先端科学との関わりを対象としています。今後、最先端医療が実現することを想定した上での、移植情報や移植倫理に関し調査、議論を行い、先端医療における移植医療のあり方についても研究を行っています。

### 大学院生へのメッセージ

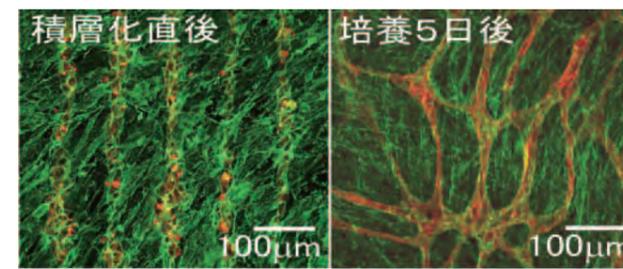
代用臓器学分野では、臨床医師、生物学者、工学者等の様々なバックグラウンドの研究者が、真の医工連携、融合を実践し、ナノテクノロジーに代表される最先端の技術を駆使して、新規バイオマテリアルや人工臓器の開発を精力的に行っています。是非、私達と一緒に次世代の医療技術を開発し、先端医療を切り拓きましょう。



温度応答性培養皿：(左) 疎水性 PIPAAm 固定化表面に接着・増殖した細胞 (右) 親水性表面からの細胞シートの回収

### 細胞シート工学を実現する細胞培養皿の開発

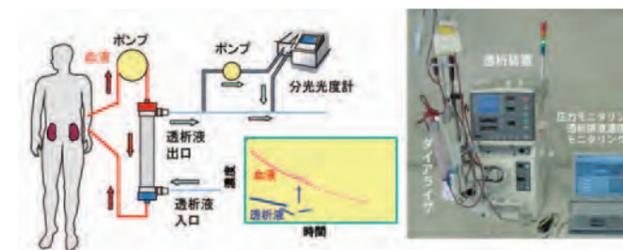
我々は細胞シートを基に生体組織を再構築する独自の手法「細胞シート工学」を提唱しています。この細胞シートの作製には、温度応答性高分子であるポリ(N-イソプロピルアクリルアミド) (PIPAAm) を 20 ナノメートルという極めて薄い厚さで均一に固定化した温度応答性培養皿を使用します。温度応答性培養皿上で細胞を培養、単層化させた後に、温度を 20°C に低下するだけで細胞シートをその構造と機能を損なうことなく剥離・回収することができます。タンパク質分解酵素を用いる従来の培養細胞回収法と異なり、細胞の活性を維持したまま回収し、そのままの移植や積層化による 3 次元組織構築が可能であるため、細胞シート工学は再生医療の実現化に必要な不可欠なテクノロジーとして注目を集めています。さらに、この第 1 世代型培養皿を発展させ、臨床応用を展開する際に重要な細胞シート剥離・回収の迅速化、細胞接着因子やサイトカインの固定化による無血清培養などを目的とした、さまざまな次世代型温度応答性培養皿の開発に取り組んでいます。



繊維芽細胞シート間へのマイクロパターン化血管内皮細胞の重層化

### 表面微細加工技術を利用した組織・臓器の作製

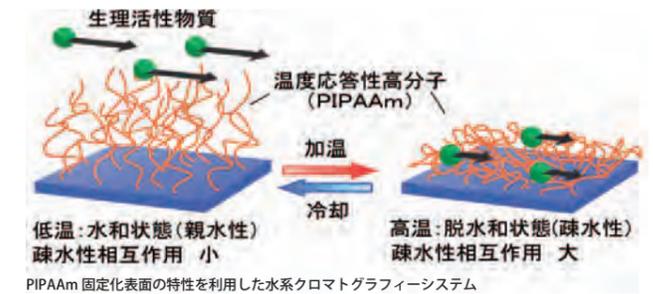
生体の組織・臓器の機能は、種々の細胞がマイクロスケールで精密に配列され、機能的に相互作用することで保たれています。本研究では、改造液晶プロジェクタや UV エキシマレーザーを利用した独自の微細加工技術により、細胞培養のための表面加工およびマイクロパターン化の検討を行っています。これまでに、温度応答性高分子をマイクロパターン化修飾した表面で、肝実質細胞と血管内皮細胞を共培養した細胞シートにより肝機能を代行する試みや、数十 μm 幅のマイクロパターン化血管内皮細胞を繊維芽細胞シート間に重ね合わせることで、毛細血管様構造を有する重層化組織の作製に成功しています (図 (右) 積層化直後、(左) 培養 5 日後)。また、マイクロチップ、マイクロ流体デバイスと生細胞を組み合わせたバイオセンサを用いて、薬物毒性評価や薬物スクリーニングへの応用も行っています。



次世代の血液透析ナビゲーションシステム

### 先端技術を用いた新しい人工臓器治療システムの構築

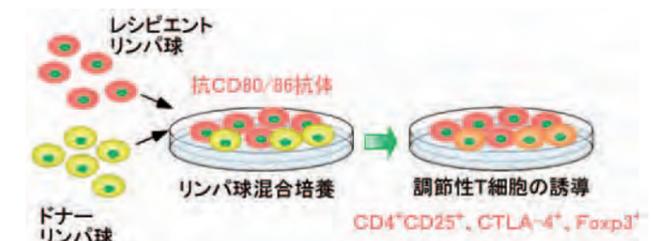
膜分離、組織工学、ナノテクノロジー等、先端技術に基づく新しい人工臓器治療システムの開発を目的としています。具体的には、  
 (1) 内部濾過を積極的に利用した血液透析療法の開発  
 (2) 定圧濾過型人工腎臓システムの開発  
 (3) 膜蒸留技術を利用した濾液再生型人工腎臓システムの開発  
 (4) 透析液再生型腹膜透析システムの開発  
 (5) マイクロリアクタ技術を基盤とした代謝系人工臓器の新しい展開  
 (6) 人工臓器治療における各種無侵襲モニタリングシステムの開発  
 (7) 在宅治療支援を目的とした人工臓器治療の完全自動化  
 (8) 腹膜線維症の改善を目的とした中皮細胞シートの治療効果の検討などの臨床応用に直結した研究に取り組んでいます。



PIPAAm 固定化表面の特性を利用した水系クロマトグラフィーシステム

### 温度変化を利用する新しい分離システム

温度応答性高分子 PIPAAm を固定化した表面は、低温では親水性、高温では疎水性の性質を示します。この特性を利用し、温度応答性クロマトグラフィーという全く新しい概念の分離技術の開発を行っています。従来の代表的な分離システムである逆相クロマトグラフィーでは、有機溶媒を用いることで表面と生理活性物質の相互作用を制御していました。それと比較して本研究の分離システムでは、低温で生理活性物質との疎水性相互作用が弱く、高温では相互作用が強くなるという、温度による相互作用制御が可能になります。このように、従来まで用いていた有機溶媒を全く必要としないので、生理活性物質の活性を損なわずに分離・精製が行えます。また、微細加工技術を併用した温度応答性マイクロチップの開発も取り組んでおり、有機溶媒を用いない安全性とシステムの簡便性から、医療現場でのオンライン計測への応用が期待されています。



臨床腎移植による末梢性免疫寛容の導入

### 組織・臓器移植

臓器移植における拒絶反応の発生メカニズムを分子レベルで解明し、その早期診断・治療法を開発するとともに、特異的免疫抑制法、免疫学的寛容の導入に関する研究を行っています。免疫寛容については、侵襲の大きい骨髄移植による中枢性寛容ではなく、制御性 T 細胞の誘導により、侵襲の少ない末梢性免疫寛容を可能とするドナー特異的免疫寛容の誘導をアカゲサル腎移植モデルで証明しています。この方法を臨床応用すること、またこの方法を自己免疫疾患の制御に応用することが今後の課題です。また免疫抑制薬の副作用の機序の解明、副作用の防止・治療を遺伝子レベルで実現する研究も進めています。

## 再生医工学分野

Tissue Regeneration

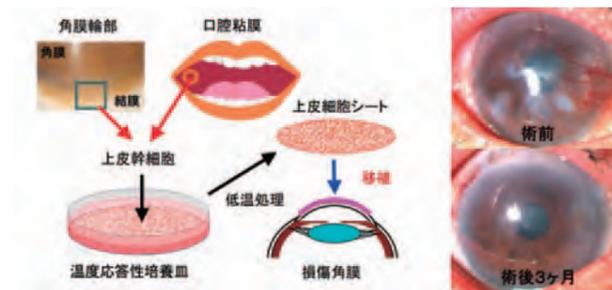
細胞から組織・臓器をつくる

現在、重篤な疾患の治療法として移植医療が行われていますが、ドナー不足の問題、免疫抑制剤やその副作用の問題が依然として残されています。これらの問題を解決する手段として、再生医学、組織工学が未来の医療として注目されています。組織工学は、1990年代初頭に米国の工学者である Langer および外科医の Vacanti らにより提唱されました。彼らは生分解性高分子を足場とし、ここに細胞を導入し、増殖因子存在下で3次元組織構造を再生できることを示しました。一方、先端生命医学研究所では、独自に開発した組織工学的手法「細胞シート工学 (Cell Sheet Engineering)」を用い、種々の組織の再構築および再生医療への応用を目指した研究を行っており、一部の組織ではすでに臨床応用もされ画期的な治療効果を得ています。

本分野では、この細胞シート工学を基盤技術として、医学、理工学、生物学との融合によって新規の概念や手法を生み出し、新たな医療の実現を目指して研究に取り組んでいます。様々な手法を用い、細胞から組織・臓器を構築していくというロマンに満ちた研究開発です。

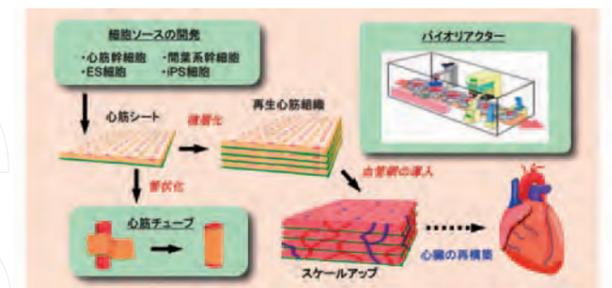
### 大学院生へのメッセージ

再生医工学分野では次世代医療の実践を通じ世界をリードする最新の医療テクノロジーの研究開発とその臨床応用を実践する人材の育成を目指しています。次世代の先端医療は旧来の概念にとらわれない柔軟な発想から生まれてきます。難病克服に果敢に挑戦できる高い志の方、一緒に次世代医療を発展させていきましょう。



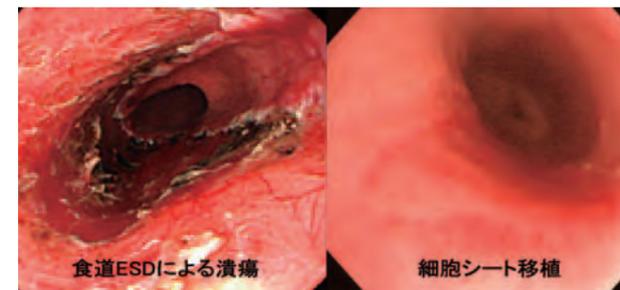
### 角膜組織の再生

角膜移植では、深刻なドナー不足と免疫拒絶が大きな問題となっています。一方、これまでの幹細胞生物学的研究から、角膜上皮幹細胞は角膜と結膜の境界部である輪部の上皮組織中に局在していることが明らかとなっています。そこで私たちは、患者自身の健常側角膜輪部より上皮幹細胞を採取し、温度応答性培養皿を用いて細胞シートを作製することで、これを病変角膜部に移植する新しい再生医療の治療法を開発しました。さらに、両眼性疾患の患者には、自己の口腔粘膜の上皮細胞シートを作製・移植する方法も確立しました。2002年よりヒト臨床応用を開始し、これまでに20症例以上が行われ、良好な治療成績が得られています。さらに、2007年からはフランスにて治験を開始しており、数年以内にEUの承認が得られる予定です。



### 心筋組織の再生

心筋組織に対する組織工学的なアプローチとして生体吸収性高分子からなる支持体を用いた心筋細胞の三次元培養が行なわれていますが、この培養法では細胞の密な接着や電気的結合、自由な収縮・弛緩が妨げられてしまいます。以上の問題を解決するため、心筋シートを積層化することにより、自律拍動を伴った高細胞密度の心筋様組織を再構築させることに成功しました。さらに、この再生心筋組織には虚血による心機能低下を改善する作用があることも動物実験により明らかとなりました。最終的なゴールとして、心臓そのものを生体外で作製することを目指していますが、作製可能な組織の厚さには酸素・栄養分の透過性に起因する限界が存在します。そこで現在では、生体と同様に豊富な血管網を再生心筋組織内に導入させるため、バイオリアクターを併用した培養技術の開発に取り組んでいます。さらに、心筋細胞ソースの開発研究や心筋チューブによるポンプ機能が衰えた心臓に対する補助もしくは代替を視野に入れた応用研究も進めています。



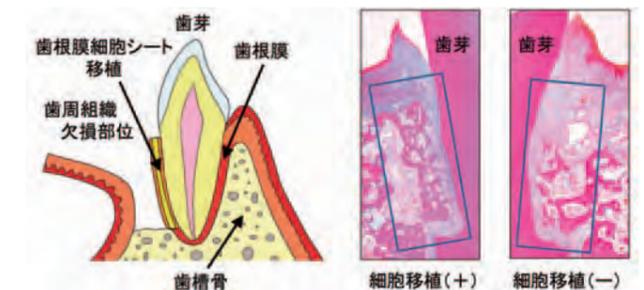
### 食道組織の再生

早期食道癌に対する治療法として内視鏡的粘膜下層剥離術 (Endoscopic Submucosal Dissection: ESD) が確立され、大きな病変でも取り残さなく一括で切除することが可能となりました。しかしながら、大規模化した食道 ESD 後の潰瘍に起因する狭窄などの合併症が問題となってきました。そこで私たちは細胞シート工学技術を用いて自己由来の口腔粘膜上皮細胞シートを作製し、ESD 後の潰瘍面に経内視鏡的に移植することで狭窄を防ぐ新しい再生医療の治療法を開発しました。この食道に対する自己培養口腔粘膜上皮細胞シート移植医療はすでに当大学病院にて臨床試験が開始され、現在、症例集積中です。



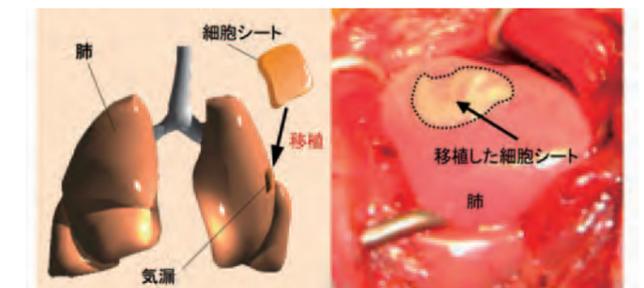
### 肝臓組織の再生

生体内に機能的肝臓組織を作製する肝臓組織工学は、多数の肝疾患に対する有益な新治療法になるものと期待されています。この肝臓組織工学を臨床応用可能なレベルへと発展させるためには、移植した肝臓組織の生着が不十分という問題を克服する必要があります。そこで私たちが取り組んでいる肝臓再生医療開発プログラムでは、主に肝細胞シート化技術を用いて生体内に新しい肝臓組織を作製するための技術開発を行ってまいります。現在までのところ、マウスを用いた実験系において、皮下や腎被膜下に小肝臓組織を作製し、マウスの生涯を通じて安定に肝機能を発現させることに成功しています。さらに、治療効果が発揮できるサイズまで作製肝臓組織を増殖させることも動物実験において可能となってきています。また、肝臓組織工学は再生医療以外にも薬剤代謝を介した創薬評価試験やバイオ人工肝臓の開発などにも貢献しています。私たちは、肝臓細胞という最も神秘的で複雑な機能を持った細胞を通じて、様々な開発と再生医療の実現を目指しています。



### 歯周組織の再生

歯周病は国民の大多数が罹患している、いわば国民病であり、放置すると歯の周囲の骨が吸収され、歯牙の喪失を引き起こします。また近年では多くの全身疾患との関連性が指摘され、歯周治療の重要性が裏付けられております。しかしながら、完璧な治療方法は未だ確立されておられません。私たちは、自己から採取した歯根膜細胞から細胞シートを作製し、罹患部位に移植することで効果的に歯周組織を再生させることに成功しました (図右: 歯根膜は青色染色部分、歯槽骨は赤色染色部分)。この新しい細胞移植療法の有効性は動物実験において確認され、さらにヒト歯根膜細胞の培養条件の最適化を行い、ならびにその移植方法も確立しています。2009年にはヒト臨床試験を開始させる予定です。



### 肺組織の再生

肺嚢胞や肺腫瘍に対する外科手術では、切除・摘出により肺から空気が漏れる気漏という特有の合併症を伴う場合があります。これまで術中気漏に対しては、直接縫合閉鎖に加え、自己組織・人工材料・ウシ心膜などの各種補填物やフィブリン糊などの組織修復接着剤による閉鎖処置が行われています。しかしながら、術後における肺の拡張制限が懸念されています。理想的な気漏閉鎖に対する組織修復接着剤には、呼吸運動に追従する伸縮性、柔軟性、生体親和性、さらに気密性の高さや強力な接着力などが要求されます。そこで私たちは、細胞シート工学を用いて新たな気漏閉鎖法を開発しました。この方法では、細胞シートを貼付するだけで肺胸膜上への移植が可能であり、肺の収縮に同期しながら気漏を完全に閉鎖できることがわかりました。さらに、移植4週間後でも細胞シートは肺表面に生着し、肺胸膜を補強していることもわかりました。この気漏閉鎖法は術後の合併症を回避し、患者の QOL を向上させるものと期待しています。

## 統合医科学分野 Integrated Medical Sciences

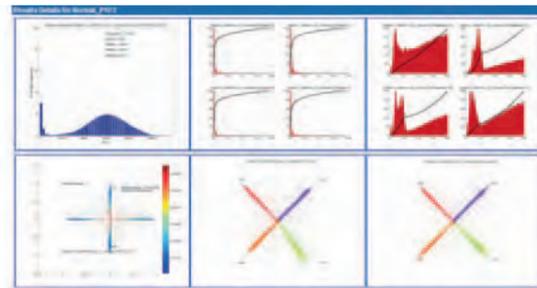
分子情報解析を基盤とした  
基礎医学研究と臨床医学研究の統合

統合医科学分野は文部科学省科学技術振興調整費戦略的研究拠点育成事業（スーパー COE）に平成 17 年度に採択された「国際統合医療研究・人材育成拠点の創成」により開設された国際統合医科学インスティテュートの誕生とともに発足しました。本分野では主として分子情報解析を基盤に基礎医学研究と臨床医学研究を有機的に統合し、疾患の分子メカニズム解明とそれに基づく疾患の予防・診断・治療法の開発を推進する研究を行います。医学研究においてはこれまで多くの基礎的研究が積み重ねられていますが、それら基礎研究の成果が臨床医療に効率よく生かされているとは必ずしも言いがたい状態となっています。基礎医学研究と臨床医学のギャップは“the valley of death（死の谷）”ともよばれ、医学研究全体の大きな課題と認識されており、近年はそれを橋渡しするトランスレーショナルな視点が強調されています。一方、医学研究においてはこのような基礎から臨床へ向かう研究の流れのみならず、臨床での問題点を基礎的に解析するフィードバック的なアプローチも重要です。

本分野ではゲノム、染色体、蛋白の網羅的かつ精密な解析力を基盤に、がん、生活習慣病、先天性疾患等、身近であるにも関わらず未だに克服されていない難病について基礎、臨床の垣根を取りさった双方向性のトランスレーショナルな視点に基づく研究を推進します。

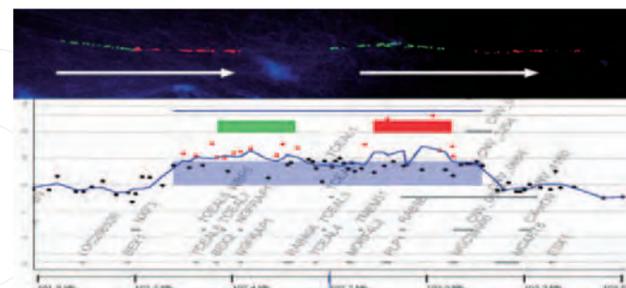
### 大学院生へのメッセージ

統合医科学分野は臨床医学マインドに富み、かつ、分子生物学的解析力に長けた研究集団です。最先端の高度分子解析機器を駆使しながら少人数ラボで研究者の自主性を重んじた研究、教育を展開しています。私たちとぜひ一緒に病気を防ぐ・見つける・直す研究をしましょう。



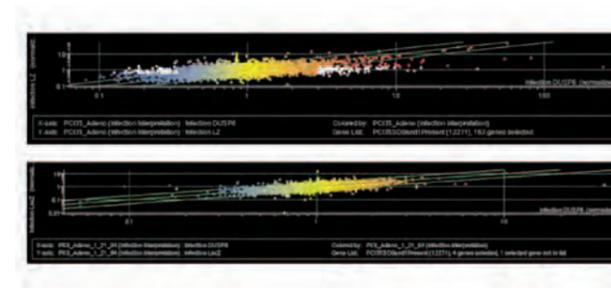
### がん関連遺伝子の網羅的同定

がんは遺伝子の構造、機能異常に起因する細胞の恒常性の破綻が原因で発生します。これまでは、がんにおける遺伝子異常を見つけるには異常のありそうなゲノム上の領域をコピー数異常やヘテロ接合性の喪失等を調べることで見だし、その領域にある遺伝子の配列を調べるという方法がとられていました。これからは、DNA 解析装置の性能が上がったことにより、ゲノム全体の塩基配列を調べて異常のある遺伝子を網羅的に同定する方法が可能になります。本分野ではこのような方法によりこれまで知られていなかったがん関連遺伝子の同定を進めます。



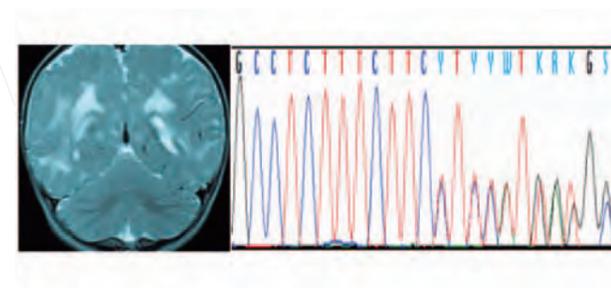
### アナログとデジタルを融合した応用ゲノム構造解析

ヒトゲノムプロジェクト以前には、ヒトのゲノム構造に多数のコピー数多型 (CNV) が存在することは知られていませんでした。CNV の多くは表現型と関係しませんが、日本人をはじめとする米を主食とするアジア人は 1 番染色体に存在するアミラーゼ遺伝子のコピーを多く持っていることが明らかになっており、一部の CNV は糖尿病やがんをはじめとする生活習慣病との関連しているのではないかと考えられています。CNV はアレイなどによりコピー数を比較することにより解析が可能ですが、特殊な FISH 法で視覚化することによりゲノム断片の挿入方向まで確認することが可能になります。このようなゲノム構造のデジタル解析ツールとアナログ解析ツールを統合させ、より詳細な解析を行い、臨床症状と関連したゲノム構造の解析を行います。



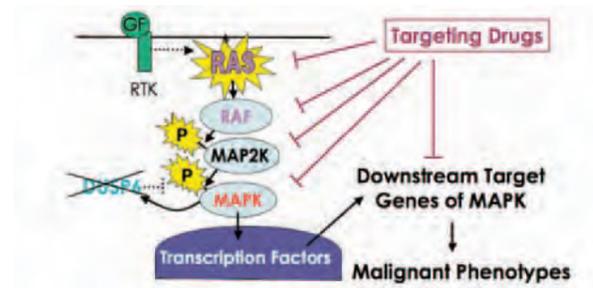
### がん発生進展の分子機構解析

がんの中でも特に予後不良なものは難治がんと呼ばれており、そのひとつに膵臓がんがあります。膵臓がんは 5 年生存率が 10% 未満と極端に不良であり、効果的な治療法の開発が求められています。本分野では、このようながんに対処するためがんの発生進展の分子機構を解析して重要な役割を果たしている分子異常を見だし、それを指標に新しい予防、診断、治療法を開発することを目指した研究を進めています。



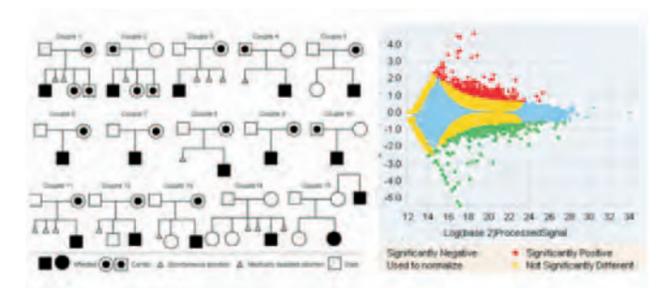
### 先天性疾患の網羅的ゲノム解析と臨床遺伝医療との統合

先天的な要因によることが推測されるにも関わらず、未だ原因が不明で発達障害、難治てんかんなどのために苦しんでいる患者さんや家族の方がたくさんいらっしゃいます。ゲノムの異常には染色体レベルの異常から、DNA の塩基対レベルの異常まであり、どのような異常が想定されるのか、解析に先立ち、戦略を立てることが重要となります。臨床症状を詳細に検討し、染色体レベルから DNA の塩基対レベルまで網羅的に解析し、一人でも多くの患者さんの診断に寄与できるよう、新たな疾患概念の確立を目指します。



### 新規分子診療法開発

がん発生進展と細胞内信号伝達系は深い関係があります。私たちはこれまでに、MAPK 特異的脱リン酸化酵素である DUSP6 の発現異常が KRAS の機能亢進性突然変異と相まって MAPK の恒常的活性化を来し、細胞の生存、増殖をプロモートする種々の下流遺伝子の発現を誘導することによりがんの発生進展に重要な役割を担っていることを明らかにしてきました。このような解析の結果から、MAPK 経路を指標として、その下流誘導遺伝子群を標的とした新規分子標的治療法の開発を進めています。



### 伝統的遺伝解析アプローチとリバースジェネティクスの統合

遺伝性疾患の解析は、疾患を引き起こす酵素異常などの臨床生体物質の解析から原因を突き止められて進歩してきましたが、ヒトゲノム解析による膨大な情報や家系の連鎖解析、大規模 SNPs 解析などのデータを処理するコンピューター解析ソフトの進歩により、遺伝子の位置から先に決めるポジショナルクローニングが主流になってきました。これらはさらに進歩して、トランスクリプトームの情報とゲノムの情報を統合して解析することが可能になってきました。このことによりゲノムのまだ明らかになっていない機能が見出される可能性があります。

## 卒業生



**白柳 慶之**  
再生医工学分野 04 年度卒 神奈川県立こども病院

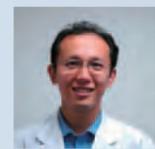
視野を広げる。物事には多面性があります。違った角度から眺めることで、新たな発見が生まれます。世界に目を向ける。科学に国境はありません。人生を豊かにする。より広く学び、より深く考えるチャンスです。これでいいのか？と知っているあなたに、新たな道を示してくれる。そんな大学院です。



**野崎 貴之**  
再生医工学分野 07 年度卒 (株) 日立製作所

入学前までは医学に触れる機会がほとんどなかったのですが、本大学院にて諸先生方より日々ご指導を頂きつつ様々な勉強をさせて頂きました。如何に再生医療が世に広くなされるようにするか、自分なりに考え先生方と議論し研究を進めてきました。ここで得た経験を元に今後も微力ながら再生医療へ貢献していきたいと思っています。

## 大学院生



**松下 愉久**  
統合医科学分野 3 年 東京女子医科大学

2006 年に医学分野の研究を行ってみたいと考え、本大学院に入学しました。1 年次は心筋症の新規疾患関連遺伝子の同定を行い、2 年次以降は膵臓がん治療に関する研究も行っています。本大学院には幸いにも多くの分野の先生方がいらっしやり、指導を仰ぎながら、充実した研究生活を送っています。



**荒川 玲子**  
遺伝子医科学分野 2 年 東京女子医科大学

遺伝性の難病で苦しむ子供達の治療研究に少しでも役に立つことはできないか？という気持ちで入学しました。本大学院では多面的な視野から物事を追求できる研究環境に加え、臨床遺伝専門医・認定遺伝カウンセラー養成に向けた教育も行われています。「適切な遺伝カウンセリングを行った上での先端医療の実現」を目指して奮闘中です。



**小林 豊茂**  
再生医工学分野 1 年 (株) 日立製作所

かつて、医学と工学は結びつきにくいといわれましたが、ここでは最先端医学の実現のため医学や工学の先生、学生、企業の方が熱く議論しています。新しい施設、充実した実験設備、活発な人材交流というすばらしい環境で研究できることに喜びを感じつつ、細胞シートを多くの患者様に提供できるよう日々研究に燃えています。



**小澤 紀彦**  
先端工学外科学分野 07 年度卒 (株) 日立メディコ

MRI 開発を臨床現場でやりたい、と思い大学院へ。しかし、術中の錐体路画像化は難題でした。試行錯誤を繰り返し仲間達が助けてくれて実現できたとき「うおおーっ！」と叫びました。運動機能を温存できた患者さんもいます。海外学会発表や論文投稿、リジェクトとアクセプト。今、臨床現場に役立つ MRI を開発しています。



**狩野 恭子**  
再生医工学分野 07 年度卒  
住商ファーマインターナショナル株式会社

気の遠くなりそうなほどの自由な雰囲気の中で、個性豊かな研究所の方達と共に、まだ答えのわからない問題の解決に挑戦する。そんな冒険心と独立心旺盛なタフな方にこそ、この大学院をお勧めしたいと思います。 Bon Courage!



**金井 信雄**  
再生医工学分野 2 年 東京女子医科大学消化器病センター

消化器外科の臨床を何年が続けてきて、再生医療の研究について興味を持ちました。臨床を休み、実際にこの研究室に来てみて感じたことは、医学と工学の分野がひとつになり、世界を相手にチャレンジする人たちの熱意に溢れていると思いました。このような環境で広く学び深く考えれる時間を過ごせるのは幸せなことだと思っています。



**杉林 康**  
再生医工学分野 1 年 東京女子医科大学

先端生命医科学専攻とは、異なる分野出身の人が同じ目標に向かい研究をする、まったく新しい大学院だと思っています。このような環境にバイオメディカル系の研究経験のない私がついていけるのかと不安でしたが、様々な方々から医学・工学・理学と多方面のアドバイスを頂きながら、日々充実した研究生活を送っています。



**和田 章秀**  
先端工学外科学分野 1 年 東京動物医療センター

最近、コラボレーションという言葉をよく耳にしますが、ココにもありました。医療と工学のコラボレーション！獣医師である私には、ナビゲーション、ロボット手術など医工連携の産物に驚かされるばかりです。目指すは、医学、工学、さらに獣医学のコラボレーション！？三本柱を勉強し、社会に貢献できる人間を目指します。

# 大学院生・卒業生の声

## 東京女子医科大学 (10 月開講、9 月修了の 1 年コース)

# バイオメディカル・カリキュラム

本カリキュラムは、医学の初歩となる基礎医学と実習から、専門的な臨床医学へと段階的に学習できるように構成されています。また、最新の先端医学、バイオメディカルエンジニアリングの動向も広く学び、未来医学セミナーと通じてこれら知識の実践的な応用を行います。

東京女子医科大学のスタッフの他に、下記の大学・病院・研究機関・企業から約 140 名の先生方に講義をお願いしています。  
(慶應義塾大学 神戸大学 国立医薬品食品衛生研究所 国立がんセンター 国立身体障害者リハビリテーションセンター研究所 順天堂大学 政策研究大学院大学 帝京平成大学 電気通信大学 東京がん化学療法研究会 東京工業大学 東京慈恵会医科大学 東京大学 東京理科大学 東北大学 独立行政法人医薬基盤研究所 虎ノ門病院 日本大学 星薬科大学 北海道大学 早稲田大学 他)



# 最新医学を 1 年で学べる講義内容

## 基礎医学

(東京女子医科大学医学部 1 ~ 2 年の学習内容に相当)

- ・医学概論 ・医史学 ・解剖学／実習 ・発生学 ・薬理学
- ・一般生理学 ・呼吸生理学 ・中枢神経生理学 ・視覚生理学
- ・末梢神経生理学 ・消化器生理学 ・電気生理学／実習
- ・循環生理学／実習 ・内分泌と生殖の生理 ・生化学／実習
- ・病理学／実習 ・組織学／実習 ・微生物学／実習
- ・環境／産業衛生学 ・公衆衛生学 ・法医学／実習
- ・小動物実験法／実習 ・大動物実習

## 臨床医学

(東京女子医科大学医学部 3 ~ 4 年の学習内容に相当)

- ・内科診断学／実習 ・外科学総論 ・泌尿器科学 ・糖尿病学
- ・循環器内科／外科学 ・カテーテル診断／治療 ・血液内科学
- ・消化器外科／内科学 ・呼吸器外科／内科学 ・内分泌学総論
- ・神経内科学 ・脳神経外科学 ・眼科学 ・腎移植と移植免疫
- ・整形外科学 ・形成外科学 ・麻酔学 ・幹細胞／ES 細胞
- ・歯科口腔外科学 ・歯周病学 ・小児科学 ・耳鼻咽喉科学
- ・皮膚科学 ・婦人科学 ・放射線腫瘍 ・放射線診断学
- ・CT と MRI ・PET 診断学 ・ショック／CCU ・制癌剤
- ・臨床免疫学 ・臨床生化学 ・臨床薬理学 ・ゲノム薬理学
- ・感染症と化学療法 ・救急医療 ・老人医学 ・在宅ケア
- ・東洋医学 ・漢方医学 ・病院見学

## バイオメディカルエンジニアリング

(先端生命科学を広く網羅した講義)

- ・医療統計学 ・病院管理学 ・医療福祉 ・血管内手術
- ・リハビリテーション工学 ・世界の医療システムと未来展望
- ・医用画像処理 ・医療用具の安全性 ・機器管理システム
- ・先端工学外科 ・情報誘導外科 ・コンピュータ外科学
- ・医用機械工学 ・レーザー医学 ・超音波医学 ・血液浄化法
- ・人工臓器 (人工心臓／補助循環／人工肺／人工腎臓／人工肝臓)
- ・バイオメカニクス ・細胞生物学 ・分子生物学
- ・DNA チップ／マイクロアレイ ・遺伝子工学 ・遺伝子治療
- ・ナノバイオテクノロジー ・マイクロマシン ・再生医療
- ・細胞シート工学 ・バイオマテリアル ・天然由来材料
- ・ドラッグデリバリーシステム (がん治療／遺伝子治療)

## 未来医学セミナー

(未来医学を創造する能動的プログラム)

- これまでの研究テーマ
- ・老化 ・免疫 ・脳 ・ホメオスタシス ・健康 ・高齢社会
  - ・細胞 ・認識 ・代謝 ・血液 ・QOL ・子供 ・癌 ・予防
  - ・感覚 ・標的治療 ・診断 ・ホルモン ・遺伝子 ・人工組織
  - ・人工臓器 ・マイクロ／ナノテクノロジー ・再生医療
  - ・先端医療テクノロジー ・ナノバイオテクノロジー ・消化器

バイオメディカル・カリキュラムに関するお問い合わせ

〒 162-8666 東京都新宿区河田町 8-1 東京女子医科大学 先端生命医科学研究所 (担当 藤山 亜希子)  
TEL : 03-5367-9945 (Ex.6208) FAX : 03-3359-6046 bmc@abmes.twmu.ac.jp <http://www.twmu.ac.jp/ABMES/bmc/>



アクセス：

- ・都営地下鉄大江戸線 若松河田駅 河田口より徒歩 5 分
- ・都営地下鉄大江戸線 牛込柳町駅 西口より徒歩 5 分
- ・都営地下鉄新宿線 曙橋駅 A2 出口より徒歩 8 分

## 東京女子医科大学先端生命医科学研究所

Institute of Advanced Biomedical Engineering and Science