

パンデミック

～新型インフルエンザの脅威に立ち向かう長崎大学の研究者たち～

熱帯医学研究所
病原体解析部門(ウイルス学分野)
森田 公一 教授

パンデミック(世界的大流行)が起きると、

人間社会にたいへんな被害をもたらす新型インフルエンザ。

いつ、どこで、発生するのか、誰にも精確な予測ができません。

その脅威に備え、長崎大学では感染症の専門医の養成をはじめ

ワクチンや治療薬の研究・開発などを行っています。

今回は、その一部をご紹介します。

医歯薬学総合研究科
新興感染症病態制御学系専攻
小林 信之 教授



熱帯医学研究所
病原体解析部門(新興・再興感染症研究
拠点形成プログラム担当)
山城 哲 教授



医歯薬学総合研究科
新興感染症病態制御学系専攻
由井 克之 教授



「H1N1」の発生

今年4月下旬、世界中を駆けめぐった「ブタインフルエンザ発生」のニュース、目を追つことが増える感染者に、6月、WHO(世界保健機関)はパンデミック(世界的大流行)が発生したことを意味する「フェーズ6を宣言しました。

その後、終息が期待された夏の間も感染拡大は続き、日本では8月下旬に厚生労働相が、本格的な流行に入ったことを宣言。これから冬を迎えるにあたって、さらなる警戒を呼びかけています。

なぜ、新型インフルエンザはこれほどまでに恐れられるのでしょうか。

トリやブタからヒトへ感染

インフルエンザとは、インフルエンザウイルスによって引き起こされる感染症のことです。自然界にあるインフルエンザウイルスが、新しいウイルスに感染しやすいときとされる野生の水鳥(カモ)に感染し、そこから

新型

ら「トリやブタ」などに伝播。その間にウイルスがヒトの体内でも増殖できるものに変異して、ヒトとヒトの間でも感染するようになるといわれています。また、あまり知られていませんが、クジラやイルカなど海に棲む哺乳類にも感染します。

インフルエンザの語源は、イタリア語で「影響」を意味する「influenza」です。文字通り生きものたちの生態のつながりから感染が引き起こされるのです。

インフルエンザの種類

ウイルス学(ウイルスの異名をとる長崎大学熱帯医学研究所の森田公一先生)に、インフルエンザに関する基礎的な知識をうかがいました。

「インフルエンザウイルスにはA型、B型、C型の3つの型があります。人間の世界で流行を起こすのはA型とB型です。特にA型がパンデミックを引き起こすものとされ、今回のブタインフルエンザもA型です。」

インフルエンザウイルスの表面には、ヘムグリン(HA)、ノイラミナーゼ(NA)とよばれる糖タンパク質の突起物があり、それがトリやブタ、ヒトなどの細胞の受容体にくっつくことで感染していくといえます(図1)。

A型の表面には、ヘムグリンがH1~H16までの16種類、ノイラミナーゼはN1~N9までの9種類あり、理論的に

はインフルエンザウイルスはHとNの組み合わせで144種類に分類されることになり、今回のブタインフルエンザが「H1N1」と表されるのは、ここから来ています。

怖いのは、144種類の中で人で流行しているのはほんの数種類だということ。それ以外は、人類がまったく経験したことのないつまり免疫力(抵抗力)を持たないタイプです。

「それらが今後、人間の世界に初めて現れると、新型インフルエンザと呼ばれ、猛威をふるうことがあるわけです。」

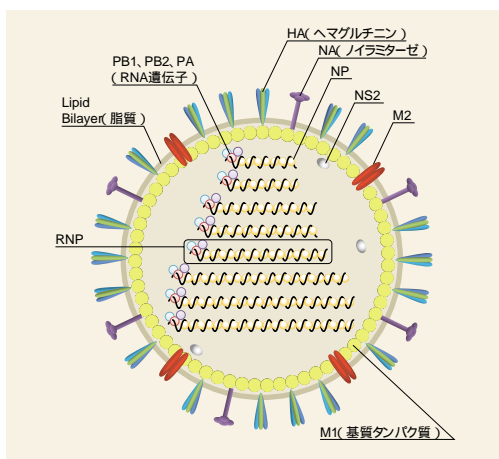


図1 インフルエンザウイルスの模式図

変異して、感染拡大へ

「インフルエンザウイルスは、病原性(毒性)が変異しやすいのが大きな特徴で、ヒトとヒトの間を感染していくうちに病

原性が強まる場合もあります。」

実は新型インフルエンザだけでなく、毎年冬に流行する季節性インフルエンザも変異しやすいといえます。ですから、その年のウイルスに応じたワクチンがつけられ、毎年のように予防接種が呼びかけられるのです。

新型インフルエンザのワクチンは、発生したあと、ウイルスの型をつきとめてからつくるので、ある程度の時間が必要。その間にパンデミックが起きることが最も恐れられています。有効なワクチンが開発されると流行は終息に向います。

新型インフルエンザが、季節性インフルエンザよりも恐れられる理由は、爆発的な感染力と同時に、病原性が高まったとき、免疫力がない人が合併症を併発しやすく死亡に至る可能性がより高くなるから。です。

「持病があり身体が弱っている方や体力のない小さな子供、妊婦の方などは特に注意が必要です。また、感染が拡大すると、多くの人が仕事や学校を休むことになり、社会に大きなダメージを与えます。」

新型インフルエンザは、太古の昔から流行を繰り返してきたといわれ、これまで多くの生命を奪ってきました。公衆衛生が普及し、医学・医療が進歩した現代において、人類にとって大きな脅威であり続けています。

「そうしたウイルスに対して人類は、長い時を経る中で集団的な免疫力を獲得し、ある程度の『共存状態』になっていきま

インフルエンザとは

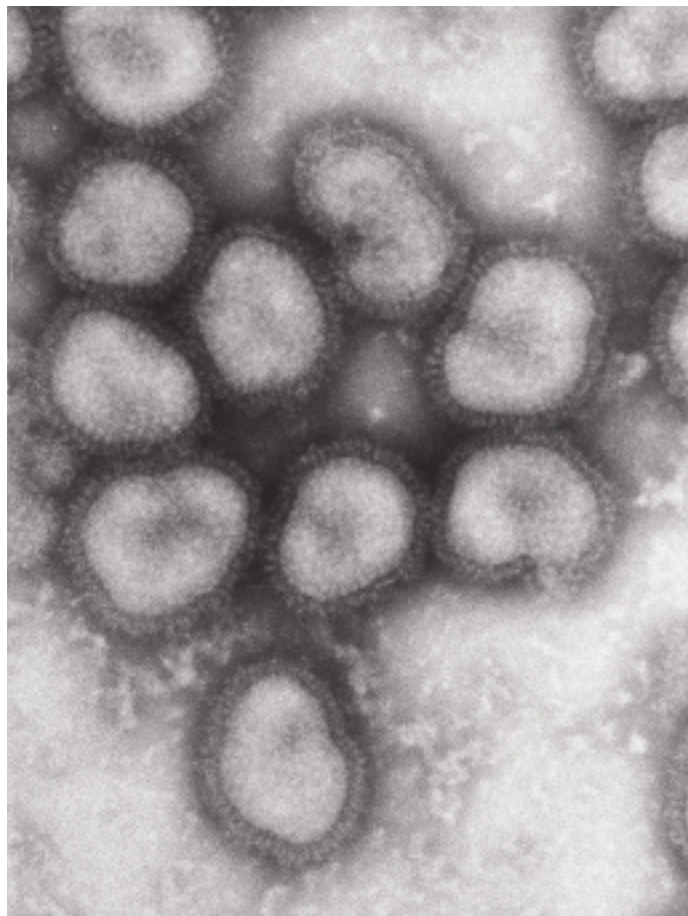
す。新型インフルエンザもいずれは季節性インフルエンザとして恒常的に流行するものになっていくと考えられています」。

新型インフルエンザの歴史

過去に起きた新型インフルエンザによる被害について、インフルエンザの治療薬開発の研究をしている薬学部の小林信之先生（P6で研究紹介）にもうかがいました。

「20世紀に入ってから、新型インフルエンザによるパンデミックは、スペインかぜ（H1N1型）、アジアかぜ（H2N2型）、香港かぜ（H3N2型）など数回起きています。90年前に発生したスペインかぜ（1918～1919）は、当時の世界人口約18億人のうち、3分の1にあたる6億人以上が感染し、死亡者数は4000万人とも5000万人ともいわれています。当時は第一次世界大戦中でしたが、その戦争による死者数の数倍もの犠牲者を出したのです。このとき日本では2400万人が感染し、死亡者は39万人ともいわれています」。

アジアかぜ（1957～1958）は200万人以上が死亡。香港かぜ（19



インフルエンザウイルス（熱帯医学研究所共同研究室電顕部 一ノ瀬 昭豊 撮影）

68～1969）は、1000万人以上が亡くなっています。こうした過去の状況から、パンデミックが10年から40年の周期で起きていることがわかります。

国が策定した新型インフルエンザ対策行動計画では、パンデミックが起きた場合の被害状況について、最大2500万人が感染し、死亡者数は17～64万人に及ぶと推測されています。

「その脅威に備えて、世界中で調査や研究が行われているのです」。

トリインフルエンザの脅威

1997年には世界中の新型インフルエンザの研究者を驚かした出来事が香港で起きました。病原性が非常に高いトリインフルエンザが発生したのです。そのウイルスは、「高病原性H5N1型」で、18人が感染し、6人が死亡しています。極めて高い致死率です。人類が今まで感染したことがない新しい型のインフルエンザ

ウイルスで、世界中の研究者に緊張が走りました。

「トリインフルエンザウイルスは、通常はトリの間で感染するものですが、遺伝子の変異によってヒトにも感染するようになったのです」。

このとき、パンデミックを回避するために香港全域のワトリやアヒルなどが全て処分されています。現在、H5N1型トリインフルエンザは、東南アジアを中心に世界各地で発生しており、いつ変異して人での感染性が強まり、新型インフルエンザとなって猛威をふるいかねないとして、WHOはその監視体制を強化しています。2005年にはWHOによる行動計画が策定され、わが国をはじめ世界各国が治療薬の備蓄やワクチンの準備を開始しました。もし、パンデミックになった場合、世界中で最大5億人が死亡するということも試算もあります。

「そのような折に今回のブタインフルエンザが発生しました。わが国をはじめ世界中が、あらかじめつけられた行動計画によって対策を進めています。幸い現時点で今回の新型インフルエンザウイルスは当初想定されていたほどの強毒株ではないようですが、感染力は強く、強い強毒株に変わるかも知れず、依然注意を怠るわけには行きません」。



2003年度～2007年度には21世紀COEプログラム、2008年度～2012年度にはグローバルCOEプログラムの「熱帯病・新興感染症の地球規模統合制御戦略拠点」として採択された。(CHOHO 第26号で詳報)



熱帯医学研究所
アジア、アフリカにも研究拠点を置き、国際的な研究活動を続けている。



① LAMP法に用いられる定温濁度計
LAMP法を用いることで写真のような簡便な機器で新型インフルエンザ遺伝子の短時間検出(30分～1時間以内)が可能となった。写真の人物はケニアからの文部科学省国費留学生でLAMP法の研修を受けるDr.Mary Inziani Muyeku Matilu。

インフルエンザ迅速診断法の開発 (熱帯医学研究所ウイルス学分野)

ウイルスの迅速診断法 (LAMP法)の確立

熱帯医学研究所ウイルス学分野では熱帯性・新興再興ウイルス感染症の迅速診断法の研究開発を実施しています。今までに、デング熱ウイルス、西ナイルウイルス、SARSウイルスやチクングニヤウイルス、リフトバレーウイルスなど多くの熱帯性・新興ウイルスについてウイルス遺伝子を増幅し検出する技術を実用化しています。遺伝子増幅技術のうちアメリカで発明されノーベル賞も授与された技術であるPCR法は良く知られていますが、最近日本では栄研化学株式会社京都府(の)の科学者たちがLAMP法という新技術を発明しました。

このLAMP法の特徴はPCR法と比較して、より短時間で結果が得られることであり、さらに高度な機器を必要としないという点です。このため、我々はLAMP法が熱帯地域の開発途上国や熱帯でのフィールド活動に、より適した診断技術であると考えており、PCR法によるウイルス診断法の開発とともにLAMP法による迅速診断法の確立に力を入れていきます。すでに多くのウイルスについてPCR法やLAMP法を確立していますが、今回は2009年4月にメキシコから始まったブタ由来新型インフルエンザH1N1のパニックに際し、久保亨博士(国際連携研究戦略本部/熱帯医学研究所ウイルス学分野併任)を中心として基礎研究をいち早く開始し、すでに信頼性のあるLAMP法を確立しています。長崎で7月から一部地域で発生したインフルエンザの流行においても、長崎原爆諫早病院(福島喜代康博士)が実施した調査で実験室診断と疫学調査に協力しています。

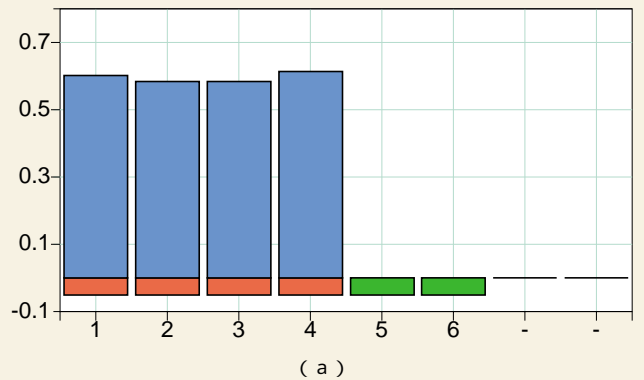
長崎大学熱帯医学研究所

森田 公一 教授
Morita Kouichi

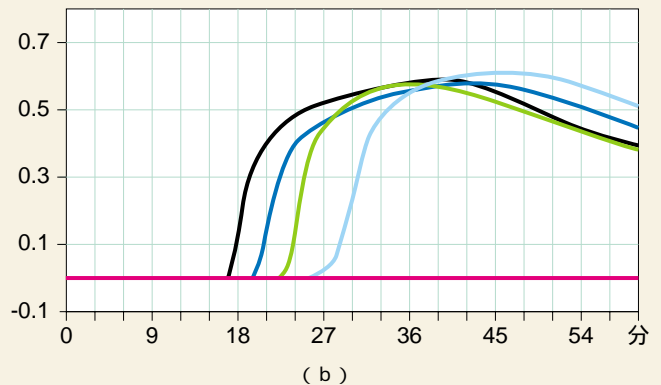


陰性 (-) 陽性 (+)

③ 蛍光発色を用いる LAMP 法の判定
ウイルス遺伝子が検体中にあると右の試験管のように蛍光を発するので肉眼で陽性、陰性の判定が可能である。



(a)



(b)

② 検出機器でのウイルス遺伝子の検出
遺伝子の増幅状況がリアルタイムで画面上に青い棒グラフで表示され (a)、30分～1時間以内で判定が可能である。(b)は増幅状況の経時的な表示。ウイルスの量が多いほど短時間で検出が可能である。

簡易、迅速、精確、
安価な LAMP 法

この LAMP 法についての詳細な説明は複雑であるので今回は省略しますが、簡単に説明すると LAMP は Loop mediated isothermal amplification の略で、患者検体から抽出した核酸成分と検査試薬 (6つのプライマー、RNA 逆転写酵素、鎖置換型 DNA 合成酵素など) を小さなプラスチック製の試験管に入れ、一定温度 (65℃ 付近) で保温するだけで遺伝子断片を 15 分～1時間の間に 10 億～100 億倍に増幅し検出することができます。また極めて高い特異性をもち、簡易、迅速、精確、安価を特徴とする遺伝子増幅法となっています。この結果、写真①に示すような簡易な検出機器で 1 時間以内に結果が得られるようになりました②。また蛍光試薬を用いることにより、検出機器を用いることなく目視で陽性、陰性を判定することができ③、正しい使い方をすれば熱帯地域のフィールドでも、また小さな病院や現場の患者のすぐそばでも検査が可能です。

海外に研究拠点を持つ
本学ならではの成果

このように新型インフルエンザの診断技術が短期間で開発できたのは熱帯医学研究所の特長が背景にあります。ウイルス診断法の開発にはウイルスそのものから素材、今回はウイルス遺伝子が必須です。熱帯医学研究所はアジア、アフリカに研究拠点を置き大学スタッフが現地で研究するとともに、海外の多くの研究機関とも共同研究を実施しています。実は今回の診断用新型インフルエンザ遺伝子は、大学が拠点を置く前述のベトナム国立衛生疫学研究所からいち早く入手しました。このような国際的な研究協力は新型インフルエンザをはじめ全ての新興感染症研究と感染症対策にとって不可欠のもので、今回の素早い診断法の開発も国内研究者の努力とともに、これまで海外拠点形成に力を入れてきた本学の国際的な研究活動の成果であるともいえるでしょう。

インフルエンザウイルスの 増殖を抑制する抗体の開発

長崎大学熱帯医学研究所 病原体解析部門
 (新興・再興感染症研究拠点形成プログラム担当)
山城 哲 教授
 Yamashiro Tetsu

私は2006年4月より、文部科学省の委託事業の「新興・再興感染症研究拠点形成プログラム」の一環で長崎大学に籍をおきながらベトナム・ハノイに赴任しています。そこで拠点事業の運営、小児下痢症プロジェクトと共にインフルエンザの調査研究も併せて行っているのでご紹介します。

ベトナムでの インフルエンザウイルスの研究

2009年4月北米大陸を中心に発生したインフルエンザは瞬く間に地球を巡りました。このウイルスはブタを宿主とするインフルエンザ由来の遺伝子をもつことがわかり、厚生労働省はこれを新型インフルエンザに認定しました。インフルエンザは感染性が高く、今回の新型インフルエンザが人類に与える損害は大きなものになると想定されています。

東南アジアはブタ、ニワトリ、アヒルを同じ工場で飼育する「混合飼育」が伝統的に行われ、ヒトと家畜の生活距離が比較的近いのです。また北部ベトナムは地球

を南北に渡る野鳥の営巣地の一つとされています。このような文化的および自然的背景から東南アジアは第二、第三の新型インフルエンザの震源地となる可能性があります。

2003年に北部ベトナムでヒトにおけるH5N1型インフルエンザ感染が報告された際、その近隣地区では家禽における大規模な流行がヒト症例の発生に先立って見られました。従ってこの地域で継続的かつ網羅的に家禽、ブタなど家畜のインフルエンザウイルス感染を先回りに調査することが重要と考えられます。

インフルエンザウイルスが本来の宿主を越え、異種動物に感染していないか目を凝らす必要があります。われわれの研究班は北部ハノイ郊外の混合飼育を営む農村でブタおよびアヒルを対象にインフルエンザウイルスの感染調査を行っています。現在のところ異種動物間感染の証拠は見られないものの、アヒルおよびブタの間で複数の亜型のインフルエンザウイルスが同時に感染しているようです。本研究は長崎大学熱帯医学研究所の他に鳥取大学、京都産業大学、九州大学の共同研究で行われています。新興・再興感染症研究



ベトナムでインフルエンザの研究をする山城教授



NIHE - 長崎フレンドシップ研究室があるベトナム国立衛生疫学研究所 (NIHE) 内のハイテクセンタービル。NIHE - 長崎フレンドシップ研究室は、文部科学省から委託された「新興・再興感染症研究拠点形成プログラム」の一環で整備されたもので、2006年3月に設立され、2008年5月に現在のビルに引っ越した。

拠点形成プログラム 1)で整備した研究施設、調査フィールド、ヒューマンネットワークを活用したものであり、プログラムの趣旨にも合致したものと云えます。

インフルエンザウイルスの増殖を抑制する抗体の開発

2つめはインフルエンザの治療薬開発に関する研究です。ヒトは風邪をひいてもたいていの場合治ります。それはなぜでしょう。我々の身体は免疫という仕組みをもっていて、病原体(ウイルスや細菌)を排除したり増殖を抑えたりできるからです。免疫の仕組みの中で「抗体」と呼ばれるものは重要な因子の一つであり、ワクチンを打つのは主にその抗体を体内で予めつくっておくためです。ただしワクチン接種してから抗体が準備されるまでには一定の時間がかかります。そこで我々のグループは直接的に病原体に効果のある抗体そのものを試験管の中で大量に作成し、それを感染症に罹患したヒトの治療や予防に役立てようという研究を行っています。この方法は「ちょうど毒へびに噛まれた後で、へび毒に対して血清を打つ治療と同じです。へび毒の抗血清はマムなどにへび毒を打って抗体をつくらせ、その血清を利用しますが、私たちは遺伝子組み換えの技術を用いています。ただし抗体そのものには即効性はありませんが、ワクチンで得られる年余にわたる持続性はありません。従ってワクチンとの上手な使い

分けが重要だと考えています。我々のグループではすでに季節性インフルエンザや狂犬病、デング感染症などに効果のある抗体をつくることに成功しています。いずれも治療用や短期的な予防剤としての可能性を持っています。

これに加えていま鳥インフルエンザH5N1型の増殖を抑制する抗体製剤の開発を進めています。具体的にはベトナムでH5N1型感染生還者ボフンティアより末梢血リンパ球の提供を受けてそこからH5N1型特異的な抗体をつくらせている細胞の遺伝子を取り出します。さらにそれを試験管の中で遺伝子組み換えの技術により大量に生産できるようにします。この技術のポイントは一たびH5N1型のインフルエンザウイルスに感染した人の体の中には、H5N1型のインフルエンザウイルスを防御する抗体ができていたという点と、その抗体をつくる遺伝子だけを取り出す方法の2つにあります。特異的な抗体を選択する方法として私たちは「ファージ・ディスプレイ法」(2)を利用して

います(図1)。我々の分離したいくつかのヒト抗体はベトナムで分離したH5N1株を中和する事が確認されました。この研究は新型インフルエンザに対しても応用可能な戦略です。

グローバル化が進み人々の往来が活発な現代社会においては、感染性が比較的高く、変異や新型が出現する可能性の高いインフルエンザは大きな社会問題であると言えます。当分の間、研究の手綱を緩めることはできないでしょう。



北部ベトナムにおける家禽(アヒル)の飼育状況。北部ベトナムでは家禽をブタなどと近接した地域で飼育する混合飼育が広く行われている。



ベトナムで野鳥や家禽のなかでインフルエンザウイルスの感染分布調査を行った。

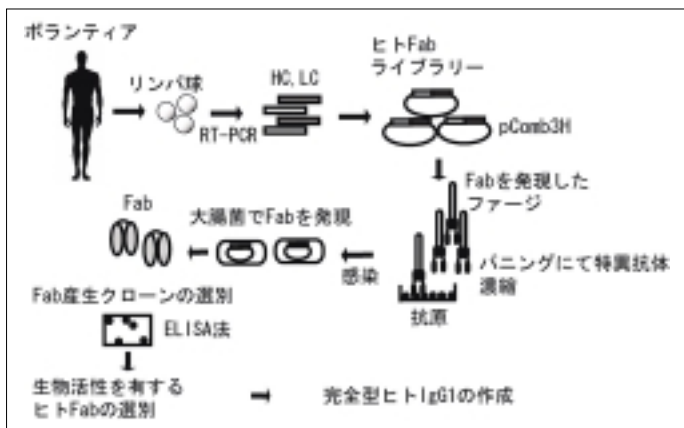


図1 ファージ・ディスプレイ法を用いて生物活性を有するヒト抗体を選別する概略図

1

新興・再興感染症研究拠点形成プログラム
新興・再興感染症が発生している、あるいは、発生する可能性の高い国にわが国の研究者と事務職が常駐し、相手国研究者との共同研究を推進するための研究拠点(文部科学省の委託事業として2005年度に開始された。

2

ファージ・ディスプレイ法
1993年のCusackらのグループによる開発された技術で、微生物を宿主とするウイルスであるファージの蛋白質と抗体など目的とする蛋白質の遺伝子を融合させることで、ファージの表面に目的蛋白質を発現させる方法。この原理に基づいて作製したファージ抗体ライブラリーを用い、全く新規な人工抗体の創製が期待されます。

タミフルが効かない！ ウイルス感染症の治療薬を創る

長崎大学大学院医歯薬学総合研究科
小林 信之 教授
Kobayashi Nobuyuki

抗ウイルス薬を開発する

私たちの研究グループはウイルスの治療薬の開発を進めています。今一番力を入れているのが新規インフルエンザウイルス治療薬の開発です。インフルエンザウイルスに対しては既にタミフル、リレンザという治療薬ができています。アマンタジンという治療薬も出ていました。それなのになぜ新しいインフルエンザ薬を開発しているのかというと、せっかくできた治療薬がすぐに効かなくなってしまうためです。タミフルが効かない耐性ウイルスが出現してきているのです。アマンタジンは既に多くのインフルエンザウイルスで効かなくなっています。

同様な問題はすでにエイズで起きています。薬が効かないウイルスが出現するため、次から次へと新しい薬が開発される必要があります。しかしこれではキリがありません。そこでアメリカのデビッド・ホー(David Ho)博士は、その状況をいち早

く見出し、複数の作用の異なるエイズ治療薬を組み合わせて患者に投与するHART療法を確立しました。複数の治療薬を同時に使うことにより耐性ウイルスが出にくく、かつ仮に耐性が出ても異なる治療薬の組み合わせに変えることでエイズウイルスを押しさえ込むことに成功したのです。いまやエイズはこの療法によりコントロール可能な病気となってきました。

インフルエンザウイルスはエイズウイルス同様非常に耐性が出やすい性格のウイルスであることはすでにわかっています。そこで私たちはより多くのインフルエンザ治療薬の開発が必要であると考えています。

安価で耐性の出にくい 抗ウイルス薬の開発

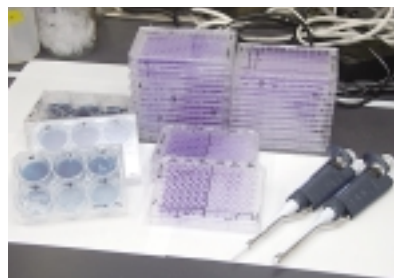
エイズにおけるHART療法にはひとつの大きな問題があります。それは高い薬代です。保険が適用されても年間薬代だけで200万円もかかります。その



BSL 3の実験室内。厳重な管理のもとで細菌やウイルスを使った実験を行う。

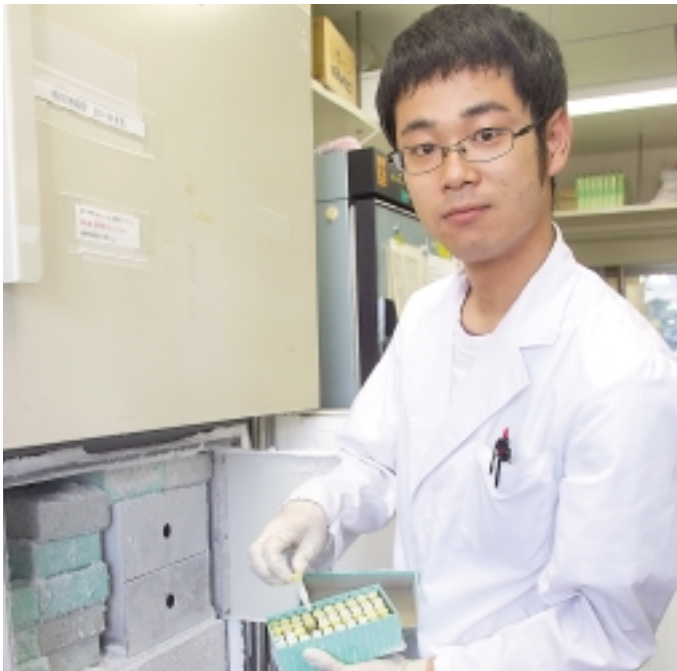


感染分子薬学の研究室内。BSL 3の実験室がある。



抗ウイルス薬スクリーニングのプレート

BSL
バイオセーフティレベル(Biosafety Level)の略。細菌やウイルスなどの病原体の危険度に応じて4段階(BSL 1~BSL 4)に分類し、それに応じた実験室の設備の基準を示したもの。

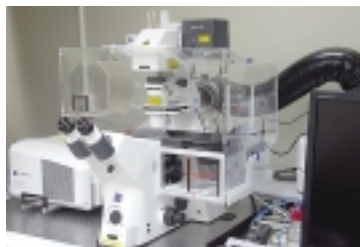


約50,000の海洋微生物を保存しているマイナス80度の冷凍庫



実験に使う細胞を人工的に飼育するCO₂培養装置

ウイルス解析の先端機器
右から質量分析計(ドイツ製)、遺伝子配列を調べるシーケンサー、細胞の中を輪切り状態で見ることが出来る共焦点レーザー顕微鏡



ため世界中のエイズ患者で満足に治療が行われているのは5%ほどでしかないとも言われています。私たちは安い薬の開発が必要と考えています。

そこでいま、私たちが注目しているのが天然資源です。世界中の天然資源からインフルエンザウイルスを抑える物質を探しています。これを抗ウイルス薬のスクリーニング(探索)といいます。天然資源の中でも特に私たちが注目しているのは海洋微生物です。これまでに約50,000の海洋微生物の収集を行ってきたおり、その中にインフルエンザウイルスを抑える可能性のある物質をようやく見出せそうな段階まで来ました。これら50,000にも及ぶ海洋微生物は実は長崎県近海から収集したものです。長崎県は北海道を抜いて日本一長い海岸線をもっており、多種多様な海洋微生物が生息しているのです。これらの天然物を資源にすることににより安価な治療薬の開発へとつながると確信しています。

私たちの研究のもうひとつの狙いはこれまでの抗ウイルス薬のようにウイルスを標的とした治療薬の開発ではなく、ウイルスが感染した細胞に焦点を当てて薬の開発を行っている点にあります。まったく新しい試みです。実はこれが耐性のない治療薬の開発のポイントです。原因のウイルスを直接標的にするとウイルス自身が簡単に変異を起こしてしまったため、治

療薬が効かなくなってしまうのです。ウイルスが感染した細胞を標的にすれば、私たちの細胞は簡単には変異を起こしませんから、耐性ウイルスが出現しにくいということになります。

感染症専門医と
感染症研究者の育成をめざす

私の所属する長崎大学大学院医歯薬学総合研究科新興感染症病態制御学系専攻では熱帯医学研究所のグループと共同して今積極的にウイルスを扱う臨床医や研究者の養成を進めています。感染症に取り組み専門医や研究者の数がとても不足しているのです。そのための養成プログラムをいくつも新しくつくり出しており、昨年から文部科学省のグローバルCOEプロジェクトとして「熱帯・新興感染症の地球規模統合制御戦略」もスタートしました。簡単に言うと、感染症に従事する医者や研究者を育て上げながら一日も早く地球上から感染症をなくそうということです。長崎大学には国内に例をみない多くの感染症専門家が集まっています。総力挙げて感染症に一步一歩立ち向かっています。私たちの研究もその一環です。

～感染症の専門家を養成!～

長崎大学大学院医歯薬学総合研究科

新興感染症病態制御学系専攻

「コースワーク講義・実習」は、基礎研究と臨床研究が融合した教育・研究を実現。それぞれの研究室が積極的に交流し、あいより高度で広い知識と人脈を育んでいます。ケニアやベトナムなどの研究拠点での研修やチェンマイ大学病院(タイ)、サンラザロ病院(フィリピン)など海外連携病院での臨床研修も盛んに行い、世界を舞台に活躍できる優れた感染症の研究者と専門医を育てています。

新興感染症病態制御学系専攻は、長崎大学ならではの感染症研究をベースに、激動する新しい時代に必要な感染症の専門家を養成するための機関です。基礎系の研究者を養成する、感染症研究者養成「コース」と、患者さんを診ながら種々の感染症の臨床研究も行う専門医を養成する、感染症専門医養成「コース」の2つを柱にカリキュラムが組まれています。

感染症の研究を長年続けてきた長崎大学は、これまで多くの感染症の専門家を輩出、日本における感染症研究の聖地とも言われています。

研究と臨床の融合で、世界をリードする感染症の研究者と専門医を育てる



新興感染症病態制御学系専攻
感染免疫学講座 主任

由井 克之 教授
Yui Katsuyuki

〔 新興感染症病態制御学系専攻 履修プロセス概念図 〕

