

LAMP 法と導電性中空糸膜を利用した ウイルス検査法におけるウシ血清個体差の影響

大西 陽*・菅原 俊継**・木村 主幸**・三澤 顕次**
有澤 準二**・五十嵐 治***

Influence of Bovine Serum Individual Difference in Viral Detection Using Loop-mediated Isothermal Amplification and Metal-coated Hollow Fiber Membrane

Akira OHNISHI,* Toshitsugu SUGAWARA,** Kazuyuki KIMURA,** Kenji MISAWA,**
Junji ARISAWA,** Osamu IGARASHI***

Abstract The Japanese Red Cross Society is using nucleic acid amplification testing (NAT) to secure the microbiological safety of blood products. The serum has individual difference because the blood is collected from many humans located in various parts of the country. The association reported that the results of NAT were influenced by slight differences in blood components. We designed a viral detection method consisting of a metal-coated hollow fiber (MCHF)-membrane and loop-mediated isothermal amplification (LAMP). This detection method was highly sensitive and much quicker than NAT. In this study, we used two kinds of simulated serum samples that used the bovine serums of different lot numbers and reviewed stability for slight differences in blood components in terms of the designed viral detection. We examined the influence of individual differences on only LAMP for bovine serum of different lot numbers as the first step. LAMP couldn't detect the virus in any of the simulated serum samples. As the next step, we tested the influence of serum individual differences on viral detection consisting of MCHF-membrane and LAMP. As a result, this viral detection method was able to detect herpes simplex virus type 1 from simulated serum samples containing more than 10 PFU/mL of virus without influence from individual differences. MCHF-membrane possesses an isolation function, in which it captures HSV-1 of more than 100 nm in membrane pore size and passes the bovine serum origin protein, etcetera of less than 100 nm in pore size. Therefore, even if simulated serum samples have individual differences, components in the serum are removed. Gene amplification such as LAMP after viral capture and gene isolation using MCHF-membrane in this viral detection method was uninfluenced by serum individual differences. This viral detection method is stable and not influenced by serum individual differences, and is thus an epoch-making method.

Keywords: blood products, serum individual difference, viral detection, metal-coated hollow fiber membrane.

1. はじめに

現在わが国では、輸血用血液や血液製剤の安全性を確保するため、全国から献血によって集められた献血血液に対して様々な検査が行われている。ウイルス検査に関して

は、血液中のウイルス抗原やウイルス関連抗体の有無を調べる血清学的検査が行われてきた。また、これに加えて、1999年10月より二次検査として全献血液を対象に核酸増幅検査 (nucleic acid amplification testing; NAT) を導入し、輸血用血液や血液製剤の安全性の向上に努めている。NATとは、献血液の中に含まれるウイルスの遺伝子を取り出した後、その一部の遺伝子を鋳型として、数万倍以上に増幅させ、それらを検出する検査法である。これにより、ウイルスの汚染度が低く従来の血清学的検査では検出できなかったB型肝炎ウイルス (hepatitis B virus; HBV)、C型肝炎ウイルス (hepatitis C virus; HCV)、ヒト免疫不全ウイルス (human immunodeficiency virus; HIV) 陽性血も排除できるようになった[1-3]。しかし、現在、検出感度が最も高いNATスクリーニングを実施しても、未だに血液製剤によるウイルス感染例が報告されている[2]。通常のNATでは、献血液の極一部(数 μ L)しか使用さ

生体医工学シンポジウム 2005 発表 (2005 年 9 月, 大阪)
2005 年 8 月 1 日受付, 2005 年 11 月 2 日改訂, 2005 年 11 月
24 日再改訂

Received August 1, 2005; revised November 2, 2005, No-
vember 24, 2005.

* 北海道工業大学大学院工学研究科応用電子工学専攻
Graduate School of Engineering, Hokkaido Institute of
Technology

** 北海道工業大学工学部福祉生体工学科
Department of Biomedical Engineering, Hokkaido Institute
of Technology

*** (株)ニックス
NIX Inc.

れないため、原理的に献血血液1 mL中に数100個以上のウイルスが含まれていれば、確率的にウイルスを検出することができるが、それよりもウイルス汚染度が低い献血血液に対しては、検出されるという保証はない[2]。これは、NATで使用される献血血液中に少なくとも1つ以上のウイルスが含まれていなければ、検出できないという原理に起因している。また、実際には50人分の検体を1つにまとめて検査を実施しているため、検出感度はさらにその50分の1になっている[3, 4]。したがって、血液1 mL中に10,000個程度ものウイルスが存在していても、現在のNATではウイルス陽性血と判断されない場合があり、それを原料としてつくられた血液製剤を介してウイルス感染が引き起こされてきた。

このような背景から、著者らは独自に作製した導電性中空糸膜と、遺伝子増幅法であるLAMP法[5, 6]を利用して、従来のNATよりも高感度かつ迅速なウイルス検査法の開発に着手した[7]。これまでに、従来のNATよりも数10倍感度を向上させることに成功し[8]、引き続き臨床現場を想定した検討を行った。

実際の臨床現場は、数多くの献血血液を検査対象としており、血清成分の個体差が発生する。本来、血液成分は個人によって大きな違いはないが、食事の有無、食事の内容、生活環境や日々の健康状態等により、血液成分に多少の変動を生じることが知られている[9, 10]。この変動により、従来のNATの検査結果に影響を与えるとの報告がなされている[11]。そこで本研究では、ロットの異なる2種類のウシ血清 (bovine serum) を対象に検討を行うことで、本検査法におけるウイルス検出の安定性について調べることを主な目的とした。

2. 実験材料

2.1 導電性中空糸膜

本研究で使用した導電性中空糸膜は[7, 8]、一般的に分離膜として使用されているポリプロピレン製多孔質中空糸膜の表面に、無電解メッキ法[12]により独自に金属 (Au) を被覆したものである。この膜を約2 cmの長さに切断し、導線と吸引用ノズルを取り付け、モジュール化して使用した。なお、導電性中空糸膜の細孔径は100 nmである。

2.2 単純ヘルペスウイルス1型

本研究において、単純ヘルペスウイルス1型 (herpes simplex virus type1; HSV-1) を使用した。HSV-1はB型肝炎ウイルス (HBV) と同様の核酸を持つDNAウイルスであり、線状2本鎖のウイルスゲノムを持つ。また、脂質と糖タンパク質から成る被膜 (エンベロープ) とタンパク質の殻 (カプシド) で覆われており、正20面体構造を成している。HSV-1の大きさは外径120~200 nmである[13]。実験ではこのHSV-1を、ウイルスの濃度にして $10^7 \sim 10$ PFU/mL (plaque forming unit; PFU) となるように滅菌水

で10倍段階希釈することで、HSV-1のみが含まれたウイルス液を調製した。

2.3 模擬血清試料

現在のNATは、血液保存液が添加された献血血液 (全血) を遠心分離することにより、得られた血清成分を使用して実施している[14]。著者らはこれまでに、実験結果の安定性を保つため、同一ロットから大量に入手できる bovine serum を1種類だけ用いて模擬血清試料を作製した。実際の臨床現場では多数の献血血液を検査対象としているため、血清の個体差が発生する。本来、血液成分は個人によって大きな違いはないが、血液成分に差異が生じる。そこで、新たにロットの異なる bovine serum を2種類 (Lot No.463325, Lot No.472959, GIBCO) 用意し血清個体差を作り出した。これらの bovine serum と、2.2節のように調製されたウイルス液 ($10^7 \sim 10$ PFU/mL のHSV-1濃度) とを9:1の割合で混合し、 $10^6 \sim 1$ PFU/mL のHSV-1が含まれている bovine serum を2種類作製した。また、血液保存液として、代表的なACD-A液を bovine serum 100 mLに対して15 mL加えて、これらを模擬血清試料とした。

過去の研究で使用した bovine serum と今回の検査対象である2種類の bovine serum の総タンパク質量を表1に示す。またヒト血清個体差の相関性を示すために、2名の健康男性から採取した血液の総タンパク質量も記載した。

3. 実験方法

3.1 LAMP法に与える血清個体差の影響

著者らは過去の研究で、bovine serum がLAMP法自体に及ぼす影響を検討した[8]。ただし、これまでに1種類の bovine serum しか使用しておらず、LAMP法に与える血清個体差の影響は検討されていなかった。そこで、血清個体差の影響を調べるため、模擬血清試料を対象に、直接LAMP法で遺伝子増幅を行った。2.2節のように用意した $10^7 \sim 10$ PFU/mL のHSV-1のみが含まれたウイルス液を94°Cで10分間煮沸した後、80°Cで30分間加温し、ウイル

表1 ウシ血清とヒト血清の成分
Table 1 Component of bovine serum and human serum.

Component	Total protein (g/dL)
Bovine serum (Lot No.382245)	7.3
Bovine serum (Lot No.463325)	7.2
Bovine serum (Lot No.472959)	8.0
Human blood (A)	7.3
Human blood (B)	7.4

ス被膜を破壊することで、HSV-1 の遺伝子を得た。次に得られた各濃度の HSV-1 遺伝子と bovine serum とを 1:9 の割合で混合した。この HSV-1 遺伝子を含む bovine serum 1 mL に対して ACD-A 液を規定量 (0.15 mL) だけ加えた。その後、遺伝子増幅を行い、反応を終了した。遺伝子の増幅には、Loopamp DNA 増幅試薬キット (栄研化学(株)) を使用し、63°C で 60 分間の遺伝子増幅反応を行った後、80°C で 2 分間加温し、酵素を失活することで増幅反応を終了した。

なお、この実験も各々の試料に対して 5 回行い、再現性についても確認した。

3・2 模擬血清試料からのウイルス検出

2・3 節のロットの異なる模擬血清試料を対象に、導電性中空糸膜と LAMP 法を併用したウイルス検査が以下の手順で実施された。本実験も 5 回行い、再現性についても確認した。

3・2・1 ウイルスの捕捉・濃縮 10 mL の模擬血清試料を導電性中空糸膜を介してマイクロポンプにより約 0.6 mL/s の速度で吸引した。この操作により、全ての HSV-1 が導電性中空糸膜に濃縮された。

3・2・2 ウイルス被膜の溶解 ウイルスの濃縮後、導電性中空糸膜をアルカリ SDS (sodium dodecyl sulfate) 溶液 (1% SDS, 0.2 M NaOH) に 5 秒間浸し、ウイルス被膜を化学的に溶解した。

3・2・3 遺伝子分離 前項のようにウイルス被膜を溶解した後、導電性中空糸膜を電気泳動用緩衝液 (TAE-buffer) 中に浸し、導電性中空糸膜を陰極、白金線を陽極

として 3.5 V/cm の電界を 5 分間印加した。導電性中空糸膜と白金電極の間には半透膜が存在するため、この操作により導電性中空糸膜から分離された遺伝子は、導電性中空糸膜側の緩衝液 100 μ L 中のみ存在する [8]。このように分離された遺伝子を含む緩衝液を全て回収した。

3・2・4 遺伝子増幅 LAMP 法には前項で得られた遺伝子を含む緩衝液の内、LAMP 法の規定量である 2 μ L を適用し、遺伝子の増幅を行った。

3・2・5 増幅結果の解析 遺伝子増幅産物の内の 2 μ L を、2% アガロースゲルで電気泳動 (10 V/cm, 50 分) した後、エチジウム・ブロマイドによって 10 分間染色した。最後にこれを紫外線照射し、CCD カメラにて撮影した。

4. 実験結果

4・1 LAMP 法に与える血清個体差の影響

本節では、LAMP 法自体の血清個体差の影響を調べるために、ロットの異なる 2 種類の bovine serum (Lot No.463325, Lot No.472959), HSV-1 遺伝子、および ACD-A 液から作製された模擬血清試料を対象に検討を行った。代表的な結果を図 1 に示す。同図レーン M は、遺伝子増幅産物のサイズ (base pair; bp) の指標となる分子サイズマーカーであり、サイズの単位は bp で表記される。同図レーン 1 のポジティブコントロールは、LAMP 法による遺伝子増幅反応が正常に行われたかどうかを示すもので、ここに遺伝子バンドが現れていれば正常に増幅反応が行われたことを意味している。図においてレーン 1 に遺伝子バンドが現れていることから増幅反応は正常に行われたことがわか

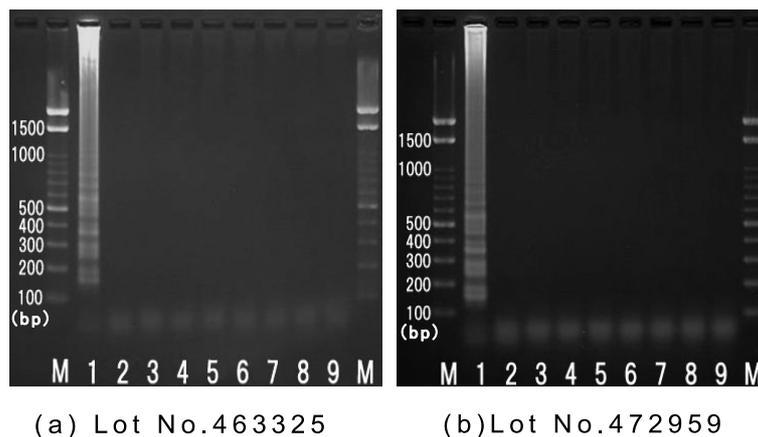


図 1 ACD-A 液を添加した血清が LAMP 法に与える影響

レーン M; 分子サイズマーカー (bp), 1; ポジティブコントロール, 2; ネガティブコントロール, 3; 10^6 PFU/mL, 4; 10^5 PFU/mL, 5; 10^4 PFU/mL, 6; 10^3 PFU/mL, 7; 10^2 PFU/mL, 8; 10^1 PFU/mL, 9; 10^0 PFU/mL.

Fig. 1 Influence of serum containing ACD-A solution on the sensitivity of loop-mediated isothermal amplification.

Lanes: M; Molecular size marker (bp), 1; Positive control, 2; Negative control, 3; 10^6 PFU/mL, 4; 10^5 PFU/mL, 5; 10^4 PFU/mL, 6; 10^3 PFU/mL, 7; 10^2 PFU/mL, 8; 10^1 PFU/mL, 9; 10^0 PFU/mL.

る。レーン2のネガティブコントロールは、遺伝子増幅に使われた試薬自体が最初からウイルスや遺伝子に汚染（コンタミネーション）されていないかどうかを示すものである。図のレーン2には遺伝子バンドが現れていないことから、遺伝子増幅に使われた試薬のコンタミネーションがないことを示している。図のレーン3からレーン9は、 10^6 PFU/mL から 10^0 PFU/mL までの模擬血清試料中に含まれている各 HSV-1 の濃度を示している。 10^6 PFU/mL という値は、1 mL の模擬血清試料中に HSV-1 が 10^6 PFU 含まれているという意味である。これらのレーン3からレーン9にバンドが現れた場合は、検査試料由来の遺伝子バンドであることを意味している。HSV-1 遺伝子のみの試料を対象とした場合、LAMP 法の検出限界は 1,000 PFU/mL であった[8]のに対して、ロットの異なる2種類の bovine serum の場合には、HSV-1 遺伝子が含まれているにもかかわらず、全ての bovine serum においてレーン3からレーン9に HSV-1 の遺伝子バンドは現れなかった。これは5回行った全ての実験で同様の結果が得られた。これより、LAMP 法自体は血清の個体差に関係なく、試料中に血清が含まれていると遺伝子の増幅が行われないことが示された。

4・2 本検査法に与える血清個体差の影響

ロットの異なる bovine serum を2種類 (Lot No.463325, Lot No.472959) 使用した模擬血清試料を対象に、本検査法に対する血清個体差の影響について検討した。その結果図2に示すように、全ての試料においてレーン3からレーン8まで HSV-1 の遺伝子バンドが現れていたことから、ロッ

トの異なる模擬血清試料からでも 10^6 PFU/mL 以上の HSV-1 が含まれていればウイルス検出が可能であった。この 10^6 PFU/mL という検出感度は、過去の研究で、1種類の bovine serum を使用した模擬血清試料を対象にした場合と同感度であり、これを含めた3種類の bovine serum で検討すると、血清個体差の影響を受けることなくウイルスの検出が可能であることを示している。また、従来の NAT よりも数10倍高い検出感度であり、血清個体差の条件下においても極めて高感度にウイルスを検出できることが本研究で初めて示された。

5. 考 察

同じ生活を送ることで、個人の血液成分が全て同一であるということはない。ヒトの血液成分は個人により大差はないものの、個人の食事の有無、食事内容、食事の摂取量、日々の生活環境や生活習慣等に違いがあり、それに伴って総タンパク、アルブミンをはじめとする各血液成分値が変動する[9, 10]。NAT は、このような献血血液を対象に実施されているため、検査の結果に影響を及ぼすとの報告がなされている[11]。本研究では、血清個体差の条件下において初めて LAMP 法によるウイルス検出を行った。その結果、血清個体差に関わらず検査試料中に bovine serum が存在すると HSV-1 の遺伝子増幅を阻害し、LAMP 法のみではウイルスを検出することはできなかった。そこで、膜分離機能を有する導電性中空糸膜を用いた本検査法で個体差のある模擬血清試料を対象にウイルス検出を試みた。その結果、ロットの異なる模擬血清試料全てから 10^6

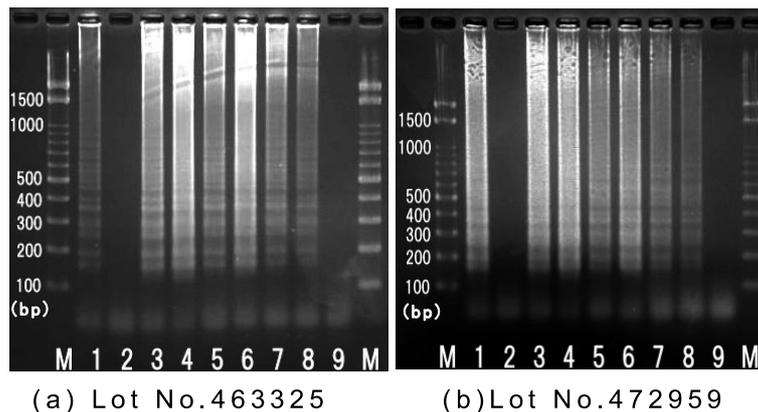


図2 ACD-A液が添加された模擬血清試料に対するウイルス検査
レーン M；分子サイズマーカー (bp), 1；ポジティブコントロール,
2；ネガティブコントロール, 3； 10^6 PFU/mL, 4； 10^5 PFU/mL,
5； 10^4 PFU/mL, 6； 10^3 PFU/mL, 7； 10^2 PFU/mL, 8； 10^1 PFU/mL,
9； 10^0 PFU/mL.

Fig. 2 Viral detection using metal-coated hollow fiber membrane for simulated serum samples including ACD-A solution.
Lanes: M; Molecular size marker (bp), 1; Positive control, 2; Negative control, 3; 10^6 PFU/mL, 4; 10^5 PFU/mL, 5; 10^4 PFU/mL, 6; 10^3 PFU/mL, 7; 10^2 PFU/mL, 8; 10^1 PFU/mL, 9; 10^0 PFU/mL.

PFU/mL 以上のウイルスが含まれていれば検出することが可能であった。

本検査法が血清個体差の影響を受けなかったのは、以下の理由と考えられる。導電性中空糸膜は、膜の細孔径 100 nm 以上の物質は捕捉し、細孔径未満の物質は通過させる膜分離機能を有している。導電性中空糸膜を介して模擬血清試料を吸引することで、細孔径よりも大きい HSV-1 は膜内に捕捉される。逆に導電性中空糸膜の細孔径よりも小さい bovine serum 由来タンパク質等は、捕捉されずに膜を通り抜ける。よって検査対象となる模擬血清試料に個体差が存在しても、膜分離機能により血清は取り除かれるため、個体差の影響を受けることなく、その後の遺伝子分離操作および LAMP 法による遺伝子の増幅が正常に行われたものと推察される。以上のことから、導電性中空糸膜を利用した本検査法は、血液成分等の変動に左右されることなく、安定したウイルス検出を可能にし、これまでにない全く新しい高感度ウイルス検査法であることを示している。

なお、本検査法は、遺伝子分離用緩衝液 100 μ L 中から 2 μ L を遺伝子の増幅に用いている。通常 NAT に適用するサンプル量は 200 μ L であることを考慮すると [15]、遺伝子分離用緩衝液 100 μ L を全て使用でき、検出感度はさらに 50 倍向上するものと考えられる。これは本検査法が、NAT では得ることのできない 1 PFU/mL という極めて高い検出感度を実現できる可能性を示唆するものである。

6. ま と め

本稿では、LAMP 法と導電性中空糸膜を利用したウイルス検査法における血清個体差の影響について検討を行った。その結果、ロットの異なる bovine serum を使った模擬血清試料に対しても、bovine serum 由来タンパク質等の影響を受けずに、全ての試料において 10 PFU/mL の HSV-1 が含まれた模擬血清試料までウイルスを検出することができた。これは、本検査法が従来の NAT では成し得ない高感度ウイルス検査法であると同時に、血清に個体差が存在しても安定したウイルス検出を行うことができる斬新、かつ画期的なものであることを示している。

今後は本研究で使用した DNA ウイルスである HSV-1 の代わりに、RNA ウイルスを使用して本検査法における有効性を示していく予定である。また、本検査法の更なる臨床応用を目指し、ヒト由来の血清を対象に検討を進めていく予定である。

謝辞 本研究の一部は、文部科学省科学研究費補助金、日本私学振興・共済事業団学術研究振興資金および本学競争的研究費によって行われた。

文 献

1. Japanese Red Cross NAT Screening Research Group: Nationwide nucleic acid amplification testing of hepatitis B virus, hepatitis C virus and human immunodeficiency virus type 1 for blood transfusion and follow-up study of nucleic acid amplification positive donors. *Jpn J Infect Dis.* **53**: 116-123, 2000.
2. 佐藤進一郎, 池田久實: 献血血液の核酸増幅検査 (NAT) によるウイルススクリーニング. *人工血液.* **10**(1): 11-16, 2002.
3. Sato S, Ohhashi W, Ihara H, Sakaya S, Kato T, Ikeda H: Comparison of the sensitivity of NAT using pooled donor samples for HBV and that of a serologic HBsAg assay. *Transfusion.* **41**: 1107-1113, 2001.
4. Meng Q, Wong C, Tamatsukuri S, Sasaki M, Fiss E, Cheng L, Ramankutty T, Clarke D, Yawata H, Sakakura Y, Hirose T, Impraim C: Automated multiplex assay system for simultaneous detection of hepatitis B virus DNA, hepatitis C virus RNA, and human immunodeficiency virus type 1 RNA. *J Clin Microbiol.* **39**: 2937-2945, 2001.
5. Notomi T, Okayama H, Masubuchi H, Yonekawa T, Watanabe K, Amino N, Hase T: Loop-mediated isothermal amplification of DNA. *Nucleic Acids Res.* **20**(12): e63, 2000.
6. 納富継宣, 長谷 哲: 新規遺伝子増幅法 (LAMP 法) の原理と応用. *BIO INDUSTRY.* **18**(2): 15-23, 2001.
7. 海老川慎, 鈴木直行, 菅原俊継, 木村主幸, 三澤顕次, 有澤準二, 五十嵐治: 導電性中空糸膜を用いた高感度ヘルペスウイルス検査法. *生体医工学.* **41**(4): 288-294, 2003.
8. 菅原俊継, 木村主幸, 三澤顕次, 有澤準二, 五十嵐治: LAMP 法を利用した導電性中空糸膜による模擬血清試料からのウイルス検出. *生体医工学.* **42**(4): 395-403, 2004.
9. 高見澤靖子, 池田せつ子, 井川 光, 増澤紀恵子, 宮入健三, 前島文夫: 食事前後の血液検査値の変動. *日本農村医学会雑誌.* **52**(3): 527, 2003.
10. 中川靖枝, 原島恵美子, 三浦麻子, 浦田郡平, 鈴木志保子, 辻 啓介: 小麦フスマシリアル摂取が青年期女性の排便ならびに血液成分に及ぼす影響. *日本家政学会誌.* **54**(2): 133-140, 2003.
11. 愛知県赤十字血液センター: 輸血関連 Q & A 第 4 版. < <http://www.yuketsu.gr.jp/qa/main.html> > [accessed July 10, 2005]
12. 逢坂哲彌, 後藤文男: 無電解めっきの基礎と応用. *表面.* **23**(3): 138-148, 1985.
13. 東 匡伸, 小熊恵二: シンプル微生物学改訂第 3 版. 南江堂出版, 東京, 2001, pp. 274-275.
14. 関口定美, 佐藤進一郎: 輸血後肝炎の現状とその予防. *臨床検査.* **43**(3): 255-263, 1999.
15. 横山繁樹: わが国の血液事業における核酸増幅検査 (NAT) の現状と血液事業への影響. *日本輸血学会雑誌.* **48**(3): 279-285, 2002.

大西 陽 (オオニシ アキラ)

平成 17 年北海道工業大学工学部福祉生体工学科卒業。同年同大学大学院工学研究科応用電子工学専攻入学、現在に至る。ウイルスの遺伝子検査に関する研究に従事。

日本生体医工学会の会員。



菅原 俊継 (スガワラ トシツグ)

平成 8 年北海道工業大学応用電子工学科卒業。平成 10 年同大学大学院工学研究科応用電子工学専攻修士課程修了。平成 13 年同大学大学院工学研究科応用電子工学専攻博士後期課程修了。同年同大学福祉生体工学科講師。平成 16 年同学科助教授、現在に至る。細菌・ウイルスの高感度遺伝子検査、電気殺菌、医療機器の安全管理などに関する研究に従事。博士 (工学) (北海道工業大学)。

日本生体医工学会、日本医科器械学会、電気学会、電子情報通信学会の会員。



有澤 準二 (アリスワ ジュンジ)

昭和 49 年北海道工業大学電気工学科卒業。昭和 55 年北海道工業大学大学院博士課程修了。同年北海道工業大学電気工学科講師。昭和 58 年同助教授。昭和 61 年同大学応用電子工学科助教授。平成 4 年同教授。平成 13 年同大学福祉生体工学科教授、現在に至る。バイオセンサ、生体人工膜、電気殺菌法、環境電磁工学などの研究に従事。工学博士 (北海道大学)。

日本生体医工学会、日本医科器械学会、電子情報通信学会、電気学会、日本生物物理学会、日本膜学会の会員。



木村 主幸 (キムラ カズユキ)

昭和 52 年北里大学大学院修士課程修了。昭和 53 年北海道工業大学大学院医学研究科細菌学専攻博士課程中退。同年同大学助手。平成 2 年北海道工業大学講師。平成 3 年同助教授。平成 9 年同教授、現在に至る。静磁場または変動磁場の細菌・ウイルス実験感染系に対する影響、院内ならびに施設内感染制御に関する研究、機能性水による新しい殺菌技術の開発などに従事。医学博士 (北海道工業大学)。

日本生体医工学会、日本環境感染学会、日本医科器械学会、BEMS の会員。



五十嵐 治 (イガラシ オサム)

昭和 52 年北海道工業大学電気工学科卒業。同年日幸工業(株)開発部入社。同年(株)日立製作所大みか工場にて、電磁接触器の開発に従事。昭和 56 年より静電気対策、電磁波対策を中心とした導電性樹脂の応用研究開発に従事。平成 2 年より、導電性中空糸膜の応用研究に従事。現在、NIX, Inc (ニックス) ベターエンパイロメントグループ執行役員バイスプレジデント。博士 (工学) (北海道工業大学)。

日本ペストロジー学会、失敗学会、日本生体医工学会の会員。



三澤 顕次 (ミサワ ケンジ)

昭和 51 年北海道工業大学電気工学科卒業。同年同大学電気工学科助手。昭和 62 年同大学応用電子工学科講師、助教授を経て平成 8 年同教授。平成 13 年同大学福祉生体工学科教授、現在に至る。この間、生体機能類似膜、人工膜による味センシング、細菌感染に対する磁場影響、導電性中空糸膜による遺伝子抽出などの研究に従事。工学博士 (北海道大学)。

日本生体医工学会、電気学会、電子情報通信学会、日本表面科学学会、日本膜学会の会員。

