

馬のウエストナイルウイルス感染症

West Nile Virus Infection in Horses

(第2版)

公益社団法人 中央畜産会



目次

発刊にあたって	1
馬のウエストナイルウイルス感染症	2
I. 疾病の概要	2
II. 病原体	3
1. 形態と性状	
2. 生態	
III. WNVの発生状況	6
1. 発生の歴史	
2. 馬における主な発生	
3. 米国における発生状況	
IV. 臨床と病理	10
V. 診断法	12
1. 臨床診断および類症鑑別	
2. 病原学的診断	
3. 血清学的診断	
VI. 予防と防疫	13
1. 防疫対策	
2. ワクチン	
おわりに	14
主な参考資料	15

発刊にあたって

ウエストナイルウイルス (WNV) は、人にウエストナイル熱とよばれる熱性疾患を、重篤な場合にはウエストナイル脳炎とよばれる脳髄膜炎を引き起こします。馬にもさまざまな程度の運動失調を主徴とする脳炎を引き起こす人獣共通感染症で、感染症法では4類感染症に、家畜伝染病予防法では流行性脳炎として法定伝染病に指定されています。感染馬の多くは不顕性感染で終わりますが、いったん脳炎を発症した場合は高い致死率を示します。

本ウイルスはイエカ属やヤブカ属の蚊を主要な媒介蚊として、蚊と鳥の間で感染環が成立しています。多くの鳥や蚊で増殖することが可能です。人や馬は、偶発的に蚊の吸血により感染する終末宿主と考えられています。従来はアフリカ、中東、ヨーロッパの一部、インド等に広く分布しているウイルスでしたが、1999年8月にそれまでウイルスが分布していなかった米国のニューヨーク州でWNVによる脳炎が人と馬に認められました。その後ウイルスの分布は拡大し、アラスカを除く米国本土、カナダ、中南米諸国に広がりました。またヨーロッパや中東などの国でも再び発生が報告されています。

近年、ダニや蚊が、従来は認められていなかった地域に分布を拡大し、それに伴い節足動物媒介性の新興あるいは再興感染症の新たな発生が報告されています。

わが国では、現在まで本病は認められていませんが、わが国にもWNVに感受性のある鳥類や蚊が存在しています。米国の状況を鑑みると、わが国にWNVが侵入する可能性は常にあり、防疫体制を準備しておくことは重要です。本小冊子が、馬のウエストナイルウイルス感染症の理解と防疫の一助になれば幸甚です。

平成29年1月

公益社団法人 中央畜産会

馬のウエストナイルウイルス感染症

I

疾病の概要

馬のウエストナイルウイルス感染症は、フラビウイルス科フラビウイルス属に属するウエストナイルウイルス（WNV）の感染によって引き起こされる人獣共通感染症で、家畜伝染病予防法では流行性脳炎として法定伝染病（家畜伝染病）に指定されている。WNVは感染症法では四種病原体に分類され、疾病（ウエストナイル熱）は四類感染症に指定されている。日本脳炎ウイルス、セントルイス脳炎ウイルス、マレーバレー脳炎ウイルスなどと抗原的に近縁である。

主にイエカ属とヤブカ属の蚊により媒介され、通常は蚊一鳥のサイクルで感染環が成立している。人や馬などは、終末宿主である。多くの種類の鳥や蚊の体内で増殖することが可能である。カラスやアオカケスなどの感受性が高く、アメリカでは死亡したこれらの鳥からのウイルス検出率が高い。

WNVは1937年ウガンダで熱性疾患の人の血液から最初に分離された。アフリカ、中東、西アジア、東ヨーロッパや南ヨーロッパ、インド等に分布しており、従来、馬ではエジプト、モロッコ、フランス、イスラエルなどで報告されていた。1999年8月から10月にかけて米国ニューヨーク州で人と馬で初めてWNV感染症が認められた。その後、ウイル

スは米国での分布を拡大し、馬および人の発症例が継続して報告されている。またカナダや中南米の国にも分布が拡大している。

感染馬の多くは不顕性に経過する。軽症では軽度の元気消失、運動失調を呈する。重症例では、痙攣、起立困難や起立不能、後躯の麻痺などの脳炎症状を呈する。病理学的には非化膿性脊髄脳炎が認められる。いったん脳炎を発症すると重篤になりやすく致死率は20～40%程度であり、高齢馬ほど高い傾向にある。

本病の診断は臨床診断、病原学的診断および血清学的診断によって行われる。病原学的診断としては、ウイルス分離とウイルス遺伝子の検出が用いられている。血清学的診断法としては、ペア血清を用いた中和試験とIgM捕捉ELISA法が有用である。

特異的な治療法はなく、症状に応じた対症療法を行う。蚊に刺されない措置を講じる、蚊の生息環境の清浄化などの予防策が推奨される。米国などでは馬用ワクチンが開発され、市販されている。

1. 形態と性状

ウエストナイルウイルス（西ナイルウイルス、West Nile virus、WNV）は、フラビウイルス科フラビウイルス属に属する。ウイルス粒子の直径は約 50nm で、エンベロープを有する小型・球形ウイルスで、約 11kb の+鎖の1本鎖 RNA を遺伝子として持つ。エンベロープにはウイルスの構造タンパク質であるエンベロープ（E）タンパクと膜（M）タンパクが存在している（図1）。Eタンパクはレセプター結合活性、pH 依存性細胞融合活性を有し、ウイルスの赤血球凝集活性や中和などの血清反応に関与する。宿主の免疫応答の主要な標的タンパク質である。ヌクレオカプシドは直径約 25nm でカプシド（C）タンパクから構成される。ウイルスの複製は細胞質内で行われる（図2）。ゲノム RNA からは1種類のポリタンパクが翻訳される。その後、ウイルス由来のプロテアーゼ（NS2B-NS3）と細胞のプロテアーゼにより開裂し、成熟タンパクとなる。非構造タンパクは

NS1、NS2A、NS2B、NS3、NS4A、NS4B、NS5の7種類存在し、直接あるいは間接的にウイルスの複製に関与している。NS5がRNA 依存性 RNA ポリメラーゼ活性を有している。

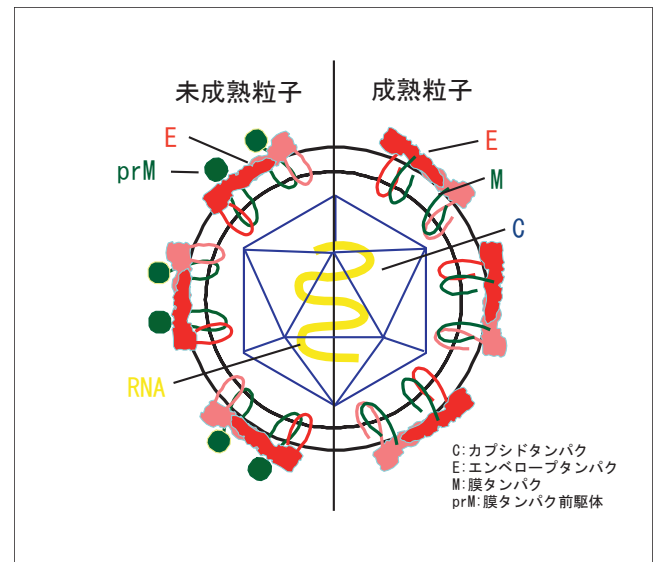


図1. フラビウイルスの構造模式図
(Roeringら(2002)を改変)

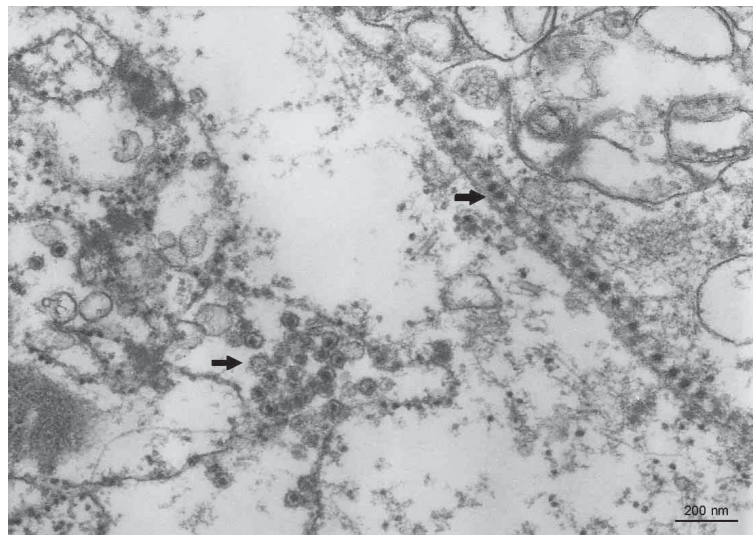


図2. Vero細胞の細胞質内で増殖したウエストナイルウイルス
(JRA競走馬総合研究所原図)

フラビウイルス属にはおよそ70種類のウイルスが知られている。抗原性の類似から WNV は、日本脳炎ウイルス、セントルイス脳炎ウイルス、マレーバレー脳炎ウイルス、などとともに日本脳炎ウイルス血清群に分類される。オーストラリアに分布するクンジンウイルス (Kunjin virus) は、WNV の亜種であり、人に感染した場合にまれに発熱性の疾患を起こすことが知られている。感染した馬や人の大部分は不顕性感であり、発症した場合でも症状は軽度である。

現在までに分離されている WNV のほとんどは、ウイルスの E タンパク質遺伝子の系統樹解析によ

り、系統 (lineage) 1 と系統 2 に大別される (図 3)。系統 1 はさらに 1a ~ 1c に区分される。系統 1a は、アフリカ北部、中央部、ヨーロッパ、中東、北米 ~ 南米で分離された株が、系統 1b にはクンジンウイルスが、系統 1c にはインドで分離された株が含まれる。系統 2 にはアフリカ南部、中央部、マダガスカルなどで分離されたウイルスが含まれるが、近年分布が拡大し、ギリシャ、東欧、ロシア、南ヨーロッパなどでも人あるいは馬での発生が報告されている。

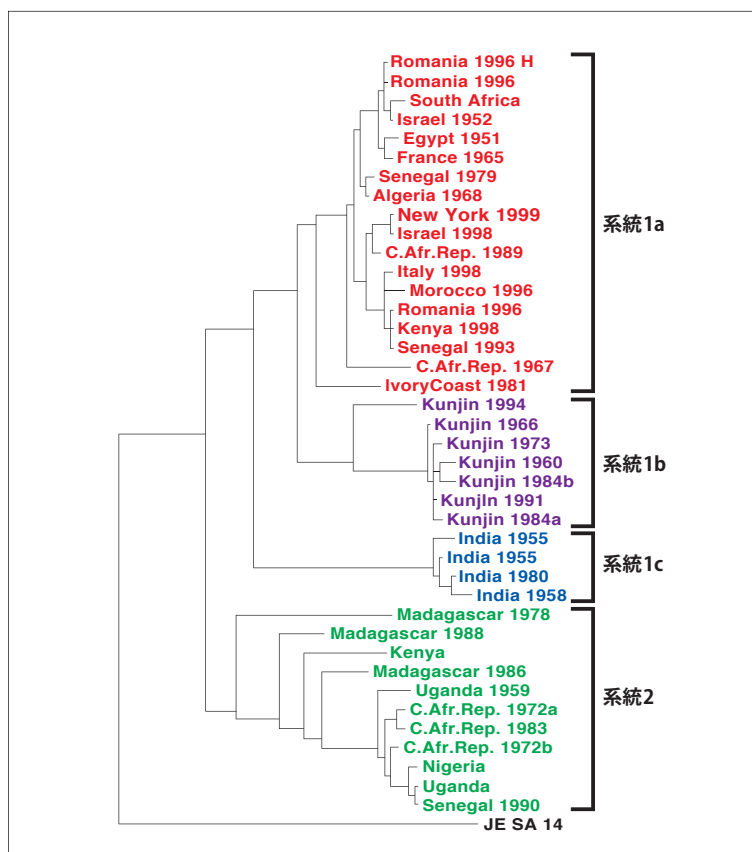


図 3. WNV の E タンパク質遺伝子の系統樹解析 (Lanciotti ら (1999) を改変)

2. 生態

WNVは自然界では鳥—蚊のサイクルで感染環が成立している（図4）。主要な媒介蚊はイエカ属（*Culex*）およびヤブカ属（*Aedes*）の蚊である。WNVがダニから分離された報告があるが、伝播における役割は不明である。米国では、*C. univittatus*、*C. tarsalis*、*C. pipiens*などが主要な媒介蚊である。その他、米国では10属60種類以上の蚊からウイルスが分離されている。鳥類ではカラス、スズメ、ハトなどの抗体保有率が高いことが報告されている。コウノトリなどの渡り鳥がウイルスの伝播に関与していると考えられている。

米国では300種類以上の鳥類で感染が報告されているが、スズメ目に属するカラスやアオカケスの感受性が特に高く、多数の死亡例が報告されている。人や馬は感染蚊の吸血により感染するが、通常ウイルス血症の程度が低く持続日数も短いため、感染の拡大には関与しない終末宿主である。

その他の哺乳動物としてはチンパンジー、キツネザル、アカゲザル、イヌ、ラクダ、水牛、ウシ、ヤギ、コウモリ、リス、げっ歯類などで感染が認められている。しかしこれらの動物の自然界でのウイルス維持に果たす役割は不明である。

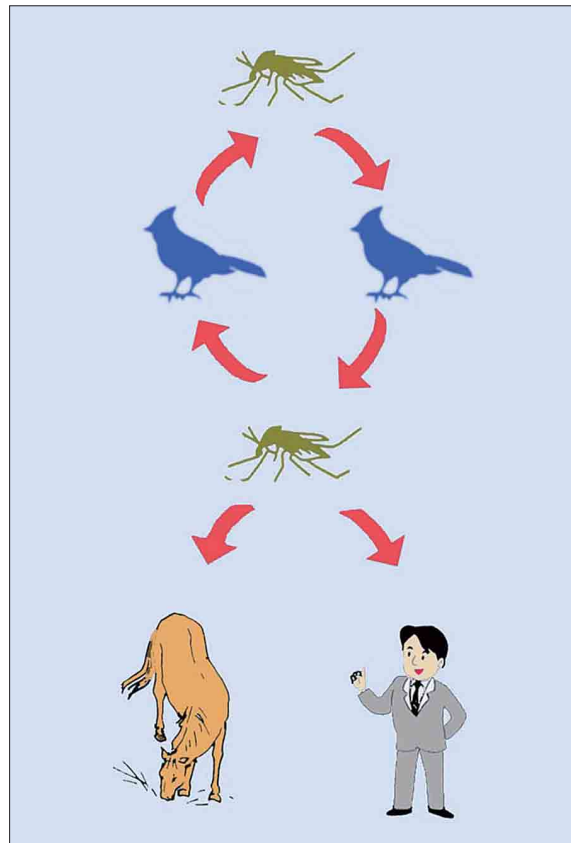


図4. WNVの感染環

1. 発生の歴史

WNV は、現在ではフラビウイルスの中で、最も広い分布域を持つウイルスである（図5）。

WNV は1937年ウガンダの West Nile Province で熱性疾患の女性の血液から最初に分離された。1950年代にエジプトで行われた、人、哺乳動物や鳥の血清学的調査、ベクターからのウイルス分離などの研究により、WNV の病原性や生態などに関する多くの知見が得られた。エジプトのナイル川流域の人の血清疫学調査では抗体保有率は60%以上と高く、高齢者ほど高い傾向にあった。鳥類の調査では、カラス（65%）とスズメ（42%）に特に高率に中和抗体が認められた。これらの研究の結果から、WNV の感染環は鳥と蚊の間で成立しており、人や馬は感染蚊の吸血によって感染しときに発症する終末宿主であることが示された。

WNV が原因の人での流行はイスラエルで1951年に報告されている。123名の患者が認められたが、死亡者は報告されていない。イスラエルではその後1952年および1957年にも流行が報告され

ている。人での最も大きな流行は1974年に南アフリカ共和国で報告された。患者数は約3,000名、血清学的調査では感染者は約18,000名と報告されている。1980年代まではWNV の発生報告は多くなかったが1990年代に、アルジェリア（1994年）、チェコ共和国（1997年）、チュニジア（1997年）、コンゴ共和国（1998年）、ルーマニア（1996年）、ロシア（1999年）、イスラエル（2000年）などで人での流行が報告されている。イスラエルでは2000年に417名のWNV 感染症の患者が報告されている。ルーマニアではブカレストを中心として1996年7月から10月にかけて神経症状を呈した835名中、509名が検査されそのうち393名（77%）が血清学的にWNV 感染と診断された。死亡者は17名ですべて50歳以上であった。1999年にはロシア南西部のボルゴグラードで急性無菌性髄膜脳炎と診断された826名の患者の318名中183名（58%）が血清学的にWNV 感染と診断され、感染患者数は全体では480名と推定された。

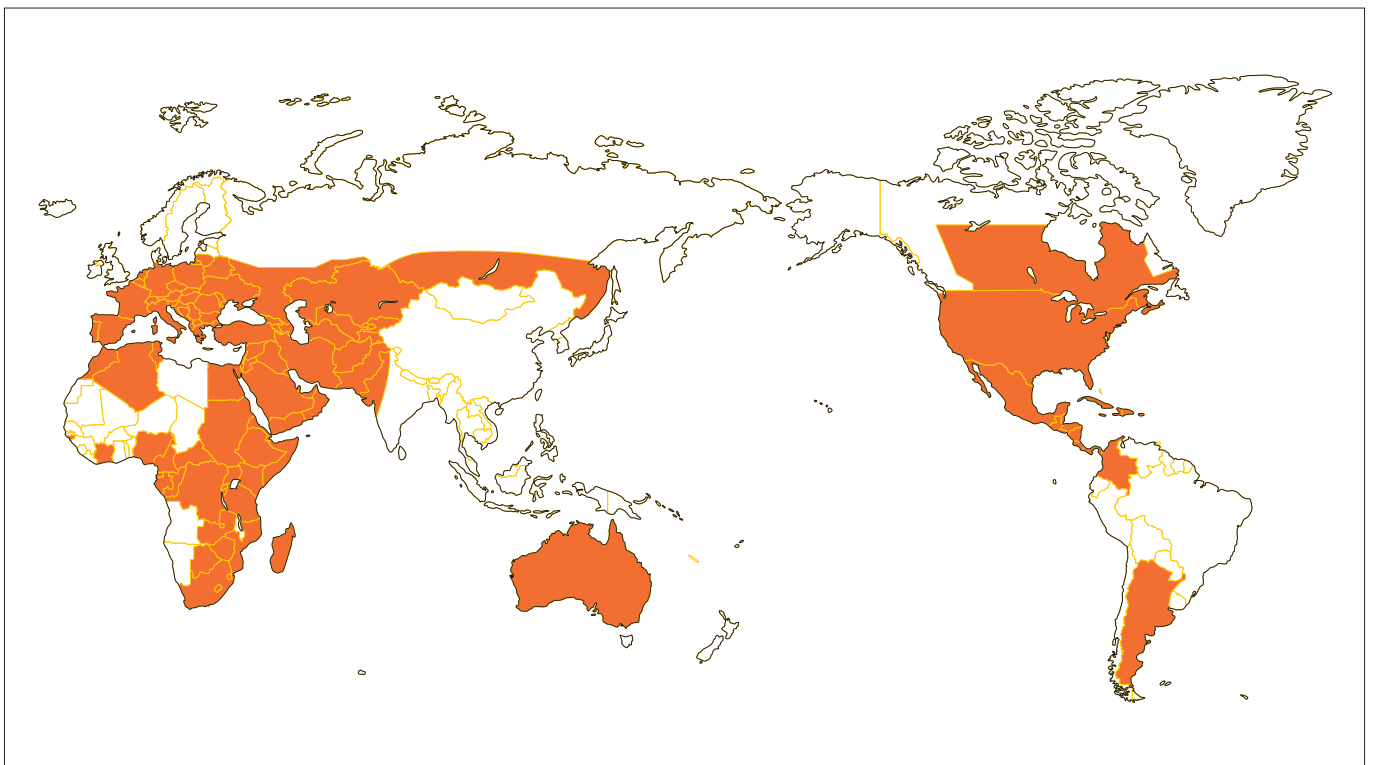


図5. WNV の分布
(国立感染症研究所のホームページの図を参考に一部改変)

2. 馬における主な発生

1950年代のエジプトでの調査では、馬の抗体保有率は14%～89%であった。フランスでは1962年に地中海に面するカマルグを中心に約50頭、および頭数は不明であるが野生馬でも発症が報告された。致死率は25～30%であった。その後、1963年と1964年にも抗体陽性馬が認められ1965年には3頭の神経症状を示した馬で確認され1頭が死亡した。2000年にはカマルグの西の地域で76頭が発症し21頭が死亡した。この時に行われた感染馬の厩舎から半径10km以内の5,107頭の馬属の血清疫学的調査ではIgG-ELISA抗体陽性が432頭(8.5%)で、そのうちの182頭(42.1%)がIgM捕捉ELISAでも陽性であった。モロッコでは1996年に94頭が発症し、そのうち42頭が死亡したと報告されている。イタリアのトスカーナ地方では1998年に14頭が発症し、そのうち2頭が死亡し4頭が安楽死処置をされた。

2000年以降現在まで、主に地中海沿岸の国やその周辺国で発症報告がなされており、OIEの報告ではポルトガル、スペイン、フランス、イタリア、モロッコ、ギリシャ、アラブ首長国連邦、イスラエル、キプロス、セルビア、ハンガリー、ブルガリアなどで馬でのWNV感染症の発生が認められている。

また次項の記述のように1999年以降、米国で発生が継続しており2002年末には米国の本土のほとんどの州に拡大した(図6)。2002年以降はカナダでも馬での発生が認められている。またメキシコ、エクアドル、アルゼンチンなど中南米およびカリブ海諸国でも発生が報告されている。

2011年には、神経症状を呈した馬の症例が、オーストラリア南東部のニューサウスウェールズ州で295頭、ビクトリア州で473頭、南オーストラリア州で146頭など、いくつかの州で報告があった。これらの州ではそれぞれおよそ100頭の馬で血清学的にクンジンウイルス感染が確認され、ウイルスも分離されている。クンジンウイルスは従来、オーストラリア北部に分布し、まれに散発的な発生が報告されており、症状も不顕性あるいは軽度である。2011年の発生は、南東部では初めての報告である。分離ウイルス株に変異が認められてい

る。しかし、これらの地域は2011年には降雨量が多く、蚊の活動が活発だったことから、初めての発生地域でウイルスの活動が活発であったことが、流行の大きな要因であると推測されている。

3. 米国における発生状況

1999年、ニューヨーク州において突如、人と馬でWNV感染症が発生した(図6)。最初の人での報告は、8月のニューヨーク市で、当初はセントルイス脳炎と診断された。その後脳炎患者数が増加した。死亡したカラスの脳からウイルスが分離され、WNVであると確認されたのは9月末であった。ニューヨーク州のWNV感染症の患者数は、8月から9月にかけて62名でありそのうち7名が死亡した。ニューヨークでは6月中旬以降からカラスの死亡例が多数認められ、またブロンクス動物園ではフラミンゴなどの鳥類に脳炎による死亡が認められた。分離ウイルスの遺伝子配列は1998年にイスラエルのガチョウから分離されたウイルスとほとんど同一であり(図3)、中東の流行ウイルスが何らかの原因でニューヨークに侵入したと推測されている。

馬では、ロングアイランドで25頭が発症例が認められ、そのうち9頭(36%)が死亡ないし安楽死処置をされた。発症馬の平均年齢は15.5歳(n=21)で、年齢の範囲は3歳から30歳であった。初発は8月25日、最終発生は10月18日であった(図7)。死亡鳥類の調査では、カラスを主としてコネチカット、メリーランド、ニュージャージーおよびニューヨーク州の4州で194羽の陽性例が確認された。

2000年1月から2月にかけてニューヨーク州で捕獲された蚊からウイルス遺伝子が検出され、2月に死亡したタカの脳からウイルスが分離されたことから、ウイルスの越冬が確認された。2000年に報告された人のWNV感染症の発生は3州(コネチカット、ニュージャージーおよびニューヨーク州)で21名、そのうち2名が死亡した。鳥類はカラスを主体として4,323羽の陽性例が12州とコロンビア特別区で報告された。馬のWNV感染症の発生は、8月17日(ニューヨーク州)から10月30日(デラウェア州)に報告された。最終的

に7州で60頭の発症が認められ、そのうち23頭(38%)が死亡ないし安楽死処置をされた。

2001年には人では10州で66名が発症し9名が死亡した。鳥類では27州とコロンビア特別区で7,333羽の陽性例が認められたが、70%以上がカラスであった。カナダのオンタリオ州でも8月に死亡したカラスからWNVが初めて検出された。

馬では、20州で738頭の臨床例が報告された。USDAで検査された651頭のうち640頭がWNV感染症と確定診断がなされた。転帰が明らか

470頭中156頭(33%)が死亡ないし安楽死処置をされた。フロリダ州の発症頭数は492頭で、全発症馬の70%近くを占めた。

2002年には1月にフロリダ州で最初の馬のWNV感染症の発症が認められた。その後、発生州・発生頭数とも、急激に増加し、最終的に40州で15,257頭が報告されている。

現在までに発生はアラスカを除く本土の全州で報告されているが、発生頭数は暫時減少し、2012年に一旦増加したが、現在は再び減少傾向にある(図8)。

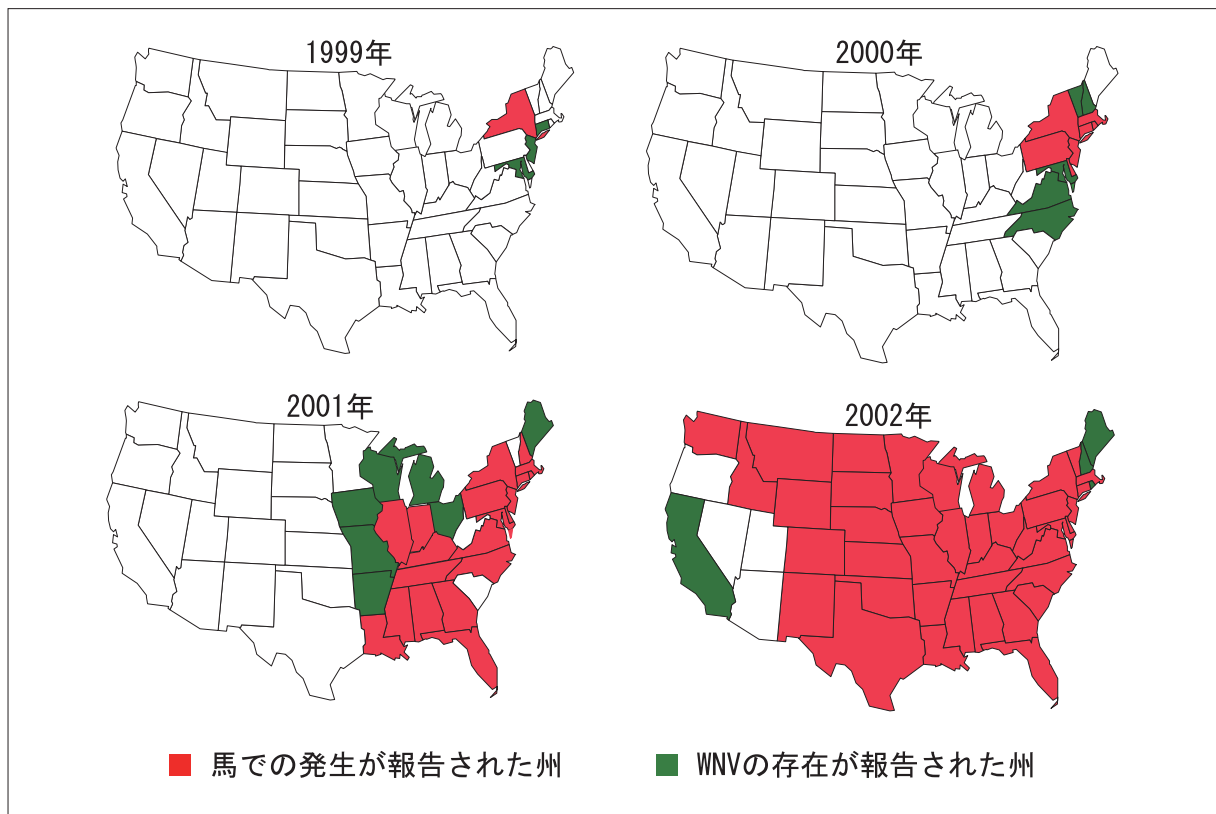


図6. 米国における初期の馬のWNV感染症の拡大状況(1999年～2002年)
(米国農務省USDAのホームページの図を基に作成)

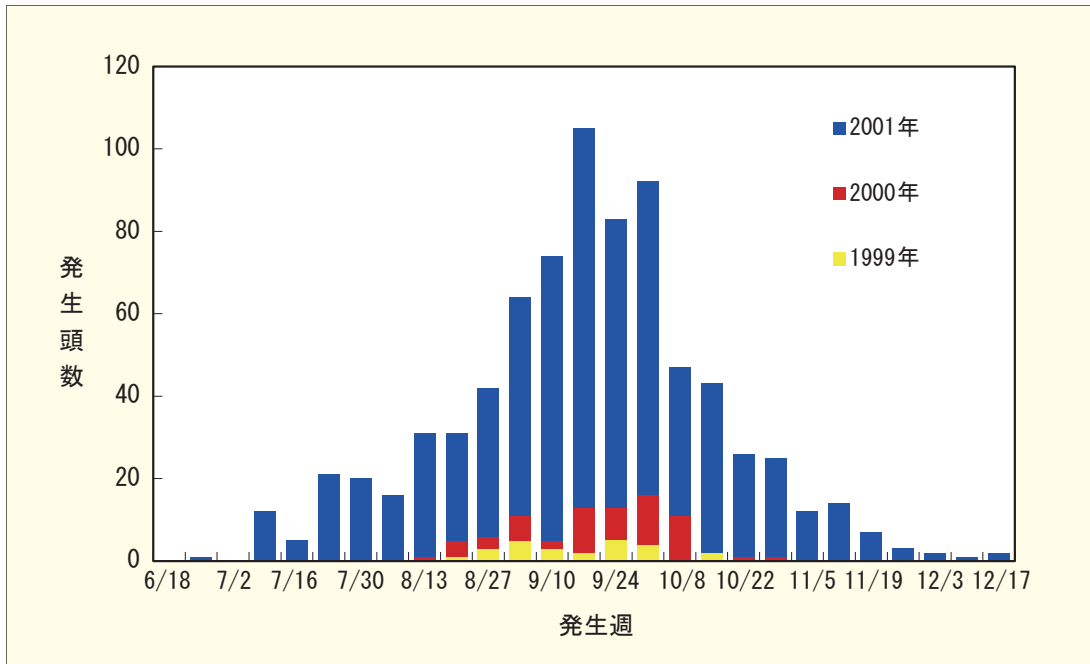


図 7. 米国における 1999 年～ 2001 年の馬の WNV 感染症の発生状況
(米国農務省 USDA のホームページのデータを基に作成)

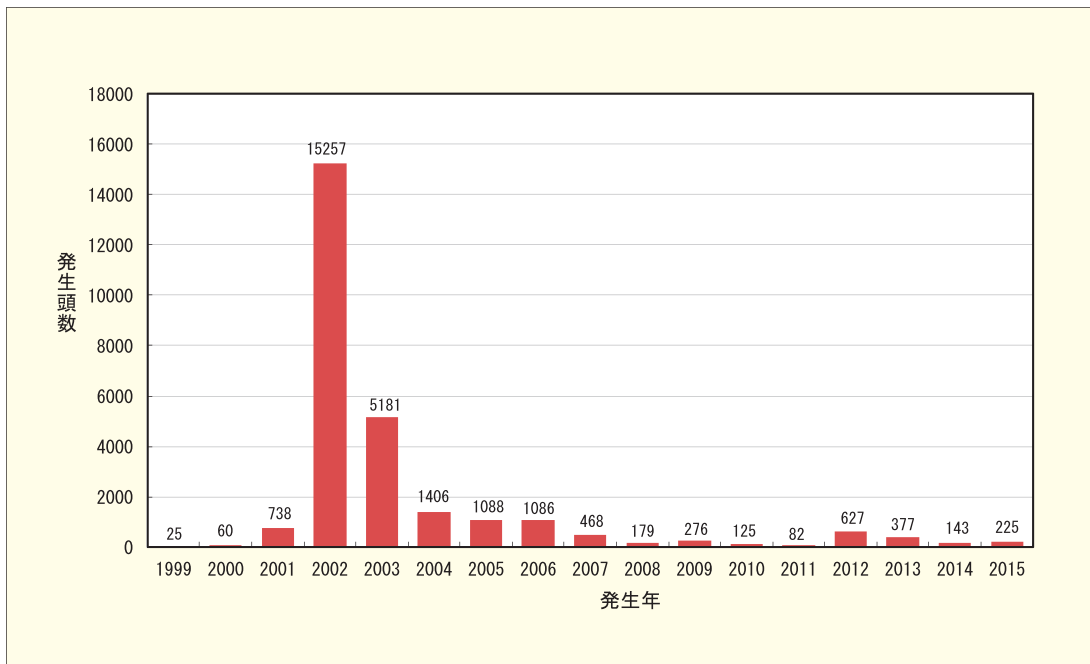


図 8. 米国における馬の WNV 感染症の発生頭数の推移
(米国農務省 USDA のホームページのデータを基に作成)

WNV が感染しても多くの馬は不顕性感染で無症状のまま経過する。ワクチン未接種の自然感染例の疫学調査では発症率は8%程度との報告がある。米国疾病対策センター（CDC）が感染蚊の吸血により行った実験感染では、脳炎症状を呈したのは12頭中1頭のみであった。

最も一般的に観察される臨床症状は後肢の対称性あるいは非対称性の運動失調ないし不全麻痺である。米国における報告（2000年）では85%の馬に運動失調が認められた。その他の症状としては、後肢の虚弱（48%）、横臥、起立困難またはその両方（45%）、筋肉の攣縮（40%）、発熱（23%）、口唇麻痺あるいは下垂（18%）、顔面あるいは鼻口部の痙攣（13%）、歯ぎしり（7%）、失明（5%）などが報告されている（図9～11）。症状の持続期間は2日から2週間程度であるが、完全に回復するまでに1ヶ月以上かかる症例も認められる。脳

炎を発症した場合の致死率（安楽死を含む）は比較的高くおよそ20～40%であり高齢馬ほど高い傾向にある。発症率や症状に、馬の品種による相違は認められていない。

脳炎症状を呈した馬でもほとんど肉眼病変が認められない場合がある。通常、肉眼所見は中枢神経系に局限する。硬膜の肥厚や癒着、点状あるいはび漫性の出血を伴う髄膜下の浮腫が認められることがある。

病理組織学的に、中枢神経系に認められる所見は、他のアルボウイルス感染やヘルペスウイルス脳脊髄炎で認められる所見と共通する。散在性の非化膿性脊髄脳炎で、単核球の囲管性細胞浸潤が認められる。多巣性の壊死巣が認められることがある。主要な病変は脳幹下部と脊髄胸部と腰部に認められている。



図9. WNV 感染馬の臨床症状（歩様異常）
(Dr. John E. Andersen 撮影、Dr. Susan C. Trock 提供)



図 10. WNV 感染馬の臨床症状(後肢の虚弱による起立困難)
(Dr. John E. Andersen 撮影、Dr. Susan C. Trock 提供)



図 11. WNV 感染馬の臨床症状(起立不能)
(Dr. John E. Andersen 撮影、Dr. Susan C. Trock 提供)

1. 臨床診断および類症鑑別

臨床的に神経症状を示す疾患は多数知られており、症状のみからは本病の診断は困難である。類症鑑別が必要な疾患としては、神経型のウマヘルペスウイルス1型感染症、日本脳炎、脳脊髄糸状虫症、破傷風、細菌性脳脊髄炎など、海外病としてはウイルス性の馬脳炎、馬原虫性脊髄脳炎、狂犬病などがあげられる。損傷でも部位により類似の症状を呈する場合がある。組織病変でも、狂犬病以外のアルボウイルス性脳炎では類似の所見を示すために、臨床症状と組織所見のみでは確定診断は困難である。

2. 病原学的診断

病原学的診断としては、ウイルス分離、RT-PCR法によるウイルス遺伝子の検出(図12)、剖検馬では、脳あるいは脊髄の免疫組織化学染色によるウイルス抗原の検出などが行われる。ウイルス分離あるいは遺伝子検出のための材料としては、発症馬の急性期の血液(血漿あるいは血清)、脊髄液、死亡した馬では脳あるいは脊髄を用いる。ただしウイルス血症の持続期間が短いため、野外の発症馬の血液中からの検出は困難な場合が多い。ウイルス分離にはVero細胞が主に用いられるが、

RK13細胞、BHK21細胞などでもウイルスは増殖する(図13)。また蚊由来のC6/36細胞、乳飲みマウスの脳内接種も感度の高い方法である。

3. 血清学的診断

血清学的診断法として、赤血球凝集阻止(HI)試験、補体結合(CF)試験、ブラック減少中和試験、IgM捕捉ELISA法、IgG-ELISA法などが報告されている。このうちHI試験、CF試験、IgG-ELISA法は、他のフラビウイルスとの交差反応が高く、一般にウイルス特異的抗体の検出には適さない。中和試験およびIgM捕捉ELISA法は比較的ウイルス特異性が高い方法である。中和試験はワクチン抗体と感染抗体の両者を検出する。IgM-ELISA法は感染初期抗体の検出に有効であり、ワクチン接種ではIgM-ELISA抗体は、通常上昇しない。したがってIgM抗体の存在は最近の感染を示唆するが、血清学的診断ではペア血清を用いて抗体価の上昇を確認することが重要である。日本には日本脳炎ウイルスが存在しており、すべての競走馬は日本脳炎ウイルスの不活化ワクチンを接種されている。したがって、日本脳炎ウイルスに対する抗体価も同時に測定して成績を解釈する必要がある。

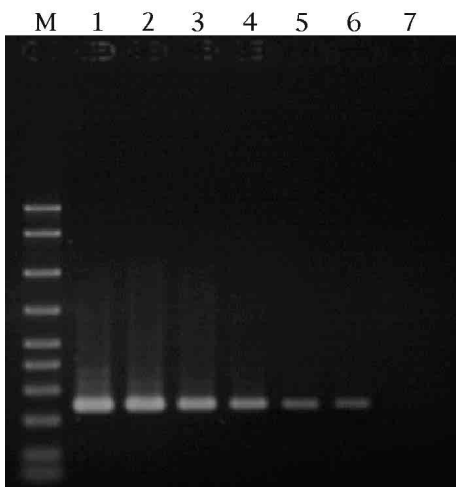


図12. RT-PCR法によるWNV遺伝子の検出

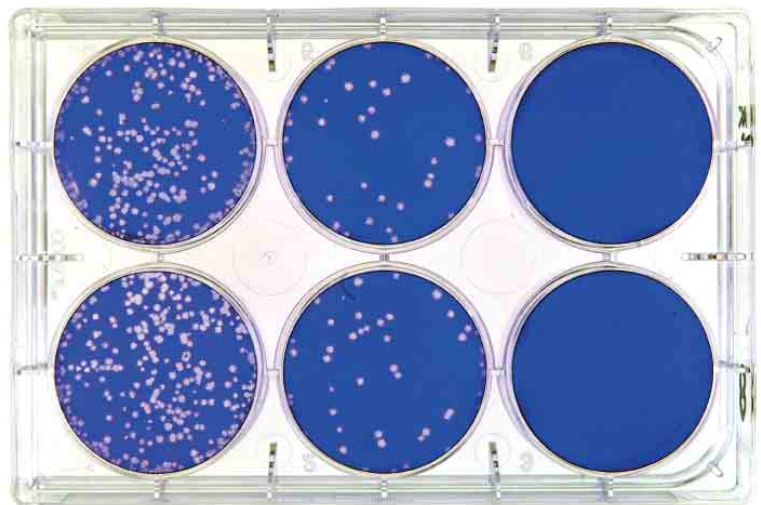


図13. WNVによるVero細胞でのプラック

1. 防疫対策

予防法を一言で言うと「蚊に刺されないこと」である。そのための対策としては皮膚の露出を避ける、厩舎の網戸を閉めておく、殺虫剤の使用、吸血昆虫捕獲用のトラップの使用などがあげられる。蚊の駆除や蚊の発生する水たまりや生息環境の清浄化などの飼養環境の衛生対策も重要である。本病に特異的な治療法はなく、対症療法を行う。農林水産省により「ウエストナイルウイルス感染症防疫マニュアル」（平成15年1月制定、平成24年3月改正）が作成されている。本マニュアルでは、わが国における本病のサーベイランスおよび発生時における防疫措置等が規定されている。

2. ワクチン

ワクチン接種は、WNV感染症の予防法として効果が高い方法である。WNVに対する最初の馬用ワクチンは、1999年にニューヨークの馬から分離された株を用いたホルマリン不活化ワクチンである（図14）。このワクチンは米国で2001年から使用されている。現在では不活化ワクチンは複数の社から市販されており、単味ワクチンと他の病原体に対するワクチンを含む多価ワクチンがある。その他にカナリアポックスウイルスベクターにWNVのprM/E遺伝子を組み込んだベクターワクチンが米国、EUで認可されている。DNAワクチン、人用の弱毒生黄熱ワクチン株を用いたキメラワクチンも実用化されたが、現在では使用されていない。人用のワクチンで、実用化されているものはない。



図14. WNVに対する最初の市販不活化ワクチン
(Fort Dodge、現 Zoetis)

おわりに

ウエストナイルウイルス（WNV）は、わが国では法定伝染病に指定されています。従来はアフリカ、中東、ヨーロッパの一部に分布していた人獣共通感染症の病原体で、西半球では1999年に米国で初めて人と馬で流行しました。その後、発生が拡大し米国に定着しました。近年はヨーロッパなどでも発生報告が増加しています。本病は、鳥と蚊によって感染サイクルが成立しています。現在までにわが国ではウイルスの存在は確認されていませんが、気候変動の影響で、さまざまな病原体を媒介する節足動物の分布域の変化・拡大が近年報告されています。また、わが国にも WNV に感受性のある鳥類や蚊は広く生息しています。一旦侵入した場合には、定着する可能性が危惧されています。

本病に関する冊子は、2003年に刊行されましたが、以上のような状況を考慮し、最近のウイルスの疫学状況などを加えて改訂版を作成しました。本冊子が、わが国の馬の防疫対策の一助として、多少なりともお役に立てば幸いです。

日本中央競馬会
競走馬総合研究所
近藤 高志

主な参考資料

- Angenvoort, J. et al. (2013) West Nile viral infection of equids. *Vet. Microbiol.* 167: 168-180.
- Bourgeois, M. A. et al. (2009) West Nile virus encephalomyelitis. In: *Infectious Diseases of the Horse* (Eds. Mair, T. S. and Hutchinson, R. E.), pp. 83-94.
- Briese, T. et al. (1999) Identification of a Kunjin/West Nile-like flavivirus in brains of patients with New York encephalitis. *Lancet* 354: 1261-1262.
- Brinton, M. A. (2002) The molecular biology of West Nile virus: a new invader of the Western Hemisphere. *Annu. Rev. Microbiol.* 56: 371-402.
- Bunning, M. L. et al. (2002) Experimental infection of horses with West Nile virus. *Emerg. Infect. Dis.* 8: 380-386.
- Cantile, C. et al. (2000) Clinical and neuropathological features of West Nile virus equine encephalomyelitis in Italy. *Equine Vet. J.* 32: 31-35.
- Cantile, C. et al. (2001) Pathological and immunohistochemical findings in naturally occurring West Nile virus infections in horses. *Vet. Pathol.* 38: 414-421.
- Hubálek, Z. and Halouzka, J. (1999) West Nile fever – a reemerging mosquito-borne viral disease in Europe. *Emerg. Infect. Dis.* 5: 643-650.
- Lanciotti, R. S. et al. (1999) Origin of the West Nile virus responsible for an outbreak of encephalitis in the northeastern United States. *Science* 286: 2333-2337.
- Malkinson, M. and Banet, C. (2002) The role of birds in ecology of West Nile virus in Europe and Africa. *Curr. Topics Microbiol. Immunol.* 267: 309-322.
- McLean, R. G. et al. (2002) West Nile virus in livestock and wildlife. *Curr. Topics Microbiol. Immunol.* 267: 271-300.
- Murgue, B. et al. (2001) West Nile outbreak in horses in southern France 2000: the return after 35 years. *Emerg. Infect. Dis.* 7: 692-696.
- OIE Terrestrial Manual (2013) Chapter 2. 1. 20. West Nile Fever. http://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Health_standards/tahm/2008/pdf/2.01.20_WEST_NILE.pdf
- Ostlund, E. N. et al. (2001) Equine West Nile encephalitis, United States. *Emerg. Infect. Dis.* 7: 665-669.
- Roche, S. E. et al. (2013) Descriptive overview of the 2011 epidemic of arboviral disease in horses in Australia. *Aust. Vet. J.* 91: 5-13.
- USDA Equine West Nile Virus Case Reporting and Surveillance Information.
https://www.aphis.usda.gov/aphis/ourfocus/animalhealth/animal-disease-information/horse-disease-information/sa_west_nile_virus/ct_wnv_index

刊行の馬感染症シリーズ

1. 馬伝染性貧血診断のための
寒天ゲル内沈降反応の術式 ……………昭和51年
2. 馬伝染性子宮炎 ……………昭和55年
3. 馬ウイルス性動脈炎 ……………昭和56年
4. 馬のサルモネラ症 ……………昭和57年
5. ベネズエラ馬脳炎 ……………昭和58年
6. アフリカ馬疫 ……………昭和59年
7. 馬鼻肺炎 ……………昭和59年
8. 馬鼻肺炎ウイルス感染症のための
寒天ゲル内沈降反応の術式と応用 ……………昭和59年
9. 馬伝染性貧血診断のための
寒天ゲル内沈降反応の術式(第2版)…………昭和59年
10. 馬のピロプラズマ病 ……………昭和61年
11. 馬の水胞性口炎 ……………昭和62年
12. 馬の寄生虫病 ……………昭和63年
13. 馬ウイルス性動脈炎(第2版) ……………平成元年
14. 馬のポトマック熱 ……………平成2年
15. 消毒法Q&A ……………平成3年
16. 馬トリパノゾーマ病 ……………平成5年
17. 馬インフルエンザ ……………平成6年
18. 馬の感染症 ……………平成6年
19. 腺疫 ……………平成8年
20. 子馬のロドコッカス感染症 ……………平成8年
21. 馬鼻肺炎(第2版) ……………平成9年
22. 馬伝染性子宮炎(第2版) ……………平成9年
23. 馬原虫性脊髄脳炎 ……………平成10年
24. 馬パラチフス ……………平成10年
25. 馬の日本脳炎 ……………平成10年
26. 馬ピロプラズマ病(第2版) ……………平成11年
27. 馬のゲタウイルス感染症 ……………平成11年
28. 馬ロタウイルス感染症 ……………平成12年
29. 馬ウイルス性動脈炎(第2版・補訂版) ……………平成12年
30. 馬伝染性貧血の診断術式(第3版) ……………平成13年
31. 馬の水胞性口炎(第2版) ……………平成13年
32. 馬の感染症(第2版) ……………平成13年
33. 腺疫(第2版) ……………平成14年
34. 馬原虫性脊髄脳炎(第2版) ……………平成15年
35. 馬のウエストナイルウイルス感染症 ……………平成15年
36. 馬の真菌症 ……………平成16年
37. 馬の感染症(第3版) ……………平成17年
38. 馬インフルエンザ(第2版) ……………平成17年
39. 馬鼻肺炎(第3版) ……………平成19年
40. 馬パラチフス(第2版) ……………平成20年
41. 消毒法Q&A(第1版・補訂版)…………平成20年
42. 馬ウイルス性動脈炎(第3版) ……………平成21年
43. 馬伝染性貧血の診断術式(第3版・補訂版) ……………平成22年
44. 馬の寄生虫病(第1版・補訂版) ……………平成22年
45. アフリカ馬疫(第2版) ……………平成23年
46. 馬のゲタウイルス感染症(第1版・補訂版) ……………平成23年
47. 腺疫(第3版) ……………平成23年
48. 馬ピロプラズマ病(第3版) ……………平成24年
49. 馬インフルエンザ(第3版) ……………平成24年
50. 消毒法 Q&A ……………平成24年
51. 馬原虫性脊髄脳炎(第2版・補訂版) ……………平成24年
52. 馬伝染性子宮炎(第3版) ……………平成25年
53. 馬の感染症(第4版) ……………平成25年
54. 馬のゲタウイルス感染症(第1版・補訂版) ……………平成26年
55. ウマロタウイルス病(第2版) ……………平成26年
56. 馬の寄生虫病(第1版・補訂版) ……………平成26年
57. 馬の日本脳炎(第2版) ……………平成26年
58. 馬パラチフス(第3版) ……………平成27年
59. 子馬のロドコッカス感染症(第2版) ……………平成28年
60. 馬脳炎(東部馬脳炎・西部馬脳炎・ベネズエラ
馬脳炎)(第1版) ……………平成28年
61. 馬の真菌症(第2版) ……………平成28年

日本中央競馬会助成事業

地方競馬益金補助事業

平成15年3月 第1版発行
平成29年1月 第2版発行

公益社団法人 中央畜産会

〒101-0021 東京都千代田区外神田2丁目16番2号
第2ディーアイシービル9階
TEL. 03-6206-0832