

学内グラント 報告書

平成26年度 学内グラント終了時報告書

遠隔医療を可能とする次世代 VOG の開発と
新たなめまい診断技術に関する研究

研究代表者 井上 智恵（医学部 耳鼻咽喉科）

緒 言

めまいは自宅など病院外で生じることが大半であり、耳鼻咽喉科外来受診時にはめまい発作が治っていることが多い。このような場合、所見が乏しいために正確な診断が下せず、適切な治療が行われていないことがある。この課題を克服すべく、1980年代から90年代にかけて携帯型ENGに関する論文がいくつか報告された。しかしいずれの装置も、センサー（電極）の装着を患者自身が行えないことに加え、発作時に備え長時間装着したまま記録を行う必要があること、記録中は顔面に複数のセンサーを装着したまま生活しなければならないこと、ENGでは眼振における回旋成分の計測ができないことなど問題点が多かった。ほぼ同じ頃から、VNGによる眼球運動記録法が開発された。VNGはENGと異なり、眼球の動きをCCD/CMOSなどの撮像素子を通して、ビデオ画像としてディスプレイ上に投影させて、ハードディスクに記録して解析を行う方法である。VNGは映像をそのまま患者に見せたり、回旋成分の解析により眼球運動の3次元解析が可能となるなど、大きなインパクトをもたらした。但し、当時のVNGは最先端の技術であり、装置が大きく、また構成機器が高価であったことなどの理由から、装置はすべて据え置き型であり、患者ひとりで操作可能な携帯型VNGは存在しない。我々は、患者自身が自宅にいながめまい発作時の眼振を記録する携帯型眼振記録装置（portable Video Nystagmography、以下pVNG）の研究を継続しており、平成24年度の本学内グラントにおいて、pVNGの試作1号機（pVNG-1）についての研究報告をした。pVNG-1は操作性に優れ、実際に患者がめまい発作時の記録を行うことが可能であったが、実用化のためには開発コストがかかりすぎる点、発作時の記録をそのまま送受信することができないため、その場での対応ができない点などが課題となっていた。今回我々は、pVNG-1の課題であった開発コストや情報通信の機能を持たせた試作2号機（pVNG-2）の研究を行ったので報告する。

材料と方法

携帯型VNG2号機（pVNG-2）の試作

pVNGの開発コストの大部分は電源、モニタ、記録装置、情報通信機能にあり、コストがかかることが想定された。そこで一般市民の普及率が極めて高く、かつこれらの機能を併せ持ったスマートホンを利用して、外部カメラの環境設定を行った（図1）。

専用カメラおよびゴーグルの試作

pVNG-2の専用カメラとして、ロジクール社のUSBカメラを利用した。眼振は注視できる明所下より暗所下で飛躍的に眼振の検出頻度が増加することから、USBカメラに赤外線LEDを4個設置した。またゴーグルはヘッドマウントディスプレイ用に開発された民生用の専用ゴーグルを利用した。

結 果

眼球運動を解析するためには24～30fps（frame per second）が必要とされている。まず画質を640×480pixelに設定して動作確認を行った所、リアルタイムでは5～10fps程度しかスマートホン側に画像情報が転送されないことが判明した。そこで画質を320×240pixelに設定変更したところ、30fpsのリアルタイム転送が可能となった。また赤外線LEDにより暗所撮影を試みたが、抵抗値の関係でLEDの照度が足りないことが判明した。この点については赤外線LEDに付けている抵抗を変えることで対応する予定である。

考 察

眼振検査は得られた眼球運動によりめまいの病巣を推定することが可能となることから、問診と並んでめまいの診療において欠かすことができない。眼振検査には色々な種類があるが、特に頭位眼振検査および頭位変換眼振検査は、めまいの原因で最も多い前庭性由来のめまい発作時に出現する異常な眼球運動を検出しやすいことから重要である。めまい発作時もしくは発作直後には異常所

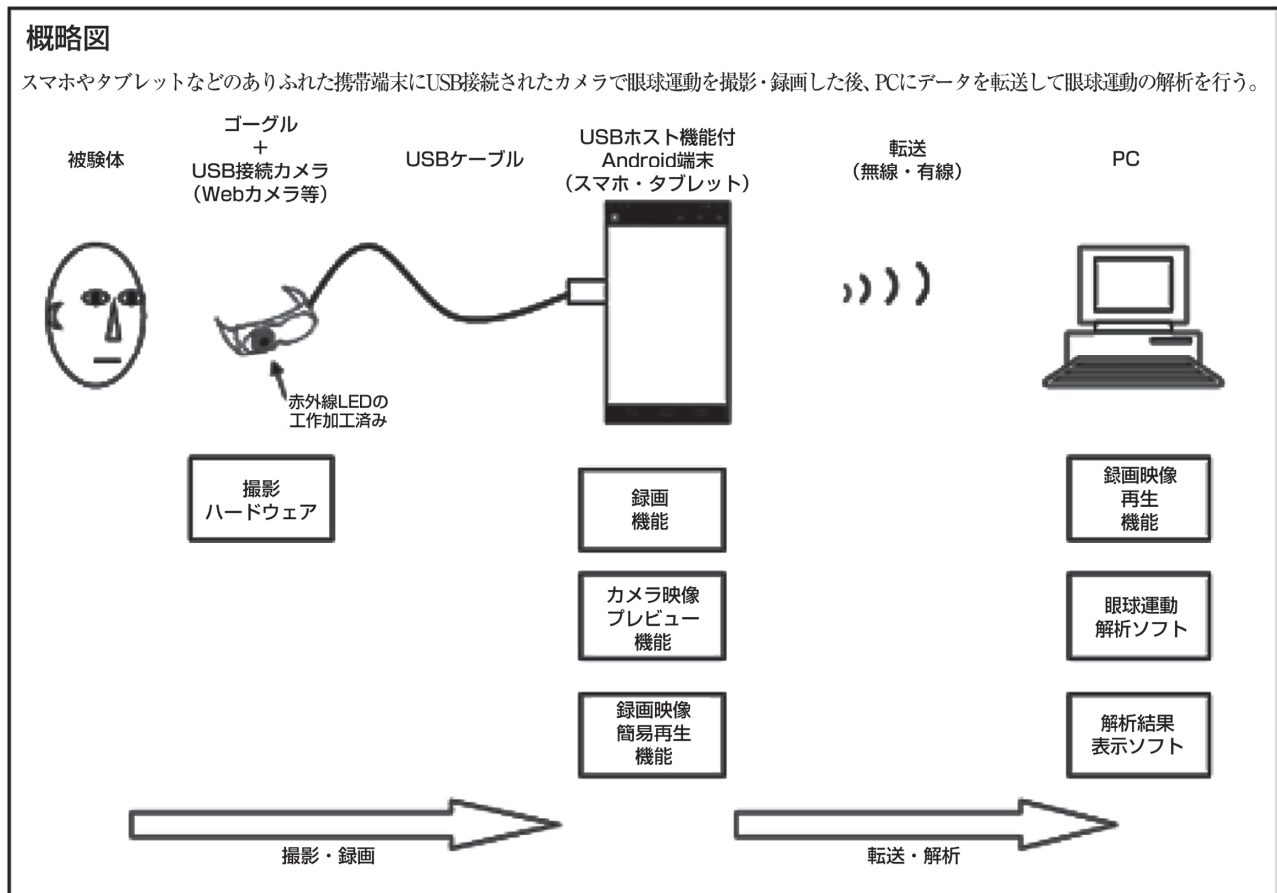


図 1. pVNG-2 の概略図。

見が高頻度で認められるが、検査を受けるまでの間にはめまいが治癒もしくは軽快し、眼振が認められなくなる症例が多い。めまいの専門機関において、めまいを主訴に受診された患者の中で自発性眼振が認められる頻度は、注視眼振検査で 19%，フレンツェル眼鏡を使用した眼振検査で 20%，赤外線カメラを用いた眼振検査でも 48% であり、例え赤外線カメラを使用しても、半数以上の患者で眼振が認められなかったとの報告がある。以上の背景から、めまい発作時の眼振を記録することができる携帯式眼振記録計の必要性が認識されるようになった。日本を中心に携帯型 ENG の論文がいくつか報告されたが、渡辺ら、西川らはそれぞれ携帯型心電計やホルター心電計を使用もしくは応用した携帯型 ENG を報告している。これらはいずれも睡眠時など長時間の記録に向いているが、顔面に 5 つの電極を装着する必要があった。発作時に 5 つの電極を患者自身が速やかに装着することは不可能であり、また装着したまま生活することも困難であることから、普及することはなかった。我々は日常診療における携帯型眼振記録計の必要性から、携帯型 VNG の研究を進めてきた。pVNG-1 は、長径 14 cm 重量 380 g と軽量・小型で、起動から記録開始まで最短 6 秒で、解像度、サンプリン

グレートとも、現在汎用されている据え置き型 VNG とほぼ同等の性能を有しており、携帯型の VNG として良好な性能を有していると考えられた。しかし pVNG-1 は、記録装置の本体に中国製のデジタルビデオレコーダーを使用している。中国製のこれらの機器は一度に大量生産したあとは追加生産しないことがほとんどであり、実用化に向けて利用するには不向きである。仮にこれらの機器を国内の企業に試作してもらうとなると数千万単位の費用が掛かる。また、pVNG を遠隔医療で利用することを想定した場合、記録した情報を医療機関に送信するためには一度 PC を経由する必要がある。めまい患者がそこまで行うことは難しい。そこで記録装置から直接医療機関等で情報を送信できるシステムの構築が望ましいと考え、スマートフォンを利用することを思い立った。図 2 に示す通り、スマートフォンは PC と異なり USB カメラを接続すればそのまま利用できるわけではなく、スマートフォンがカメラを認識するか、通信速度は充分か等、数々の課題を克服する必要がある。本研究では、ようやくその足掛かりが得られた程度に過ぎない。今まで、携帯型眼振記録装置についての研究があまり進んでおらず、涉猟し得る限りで患者自身が操作・記録できる携帯型 VOG/VNG は報告されていない。

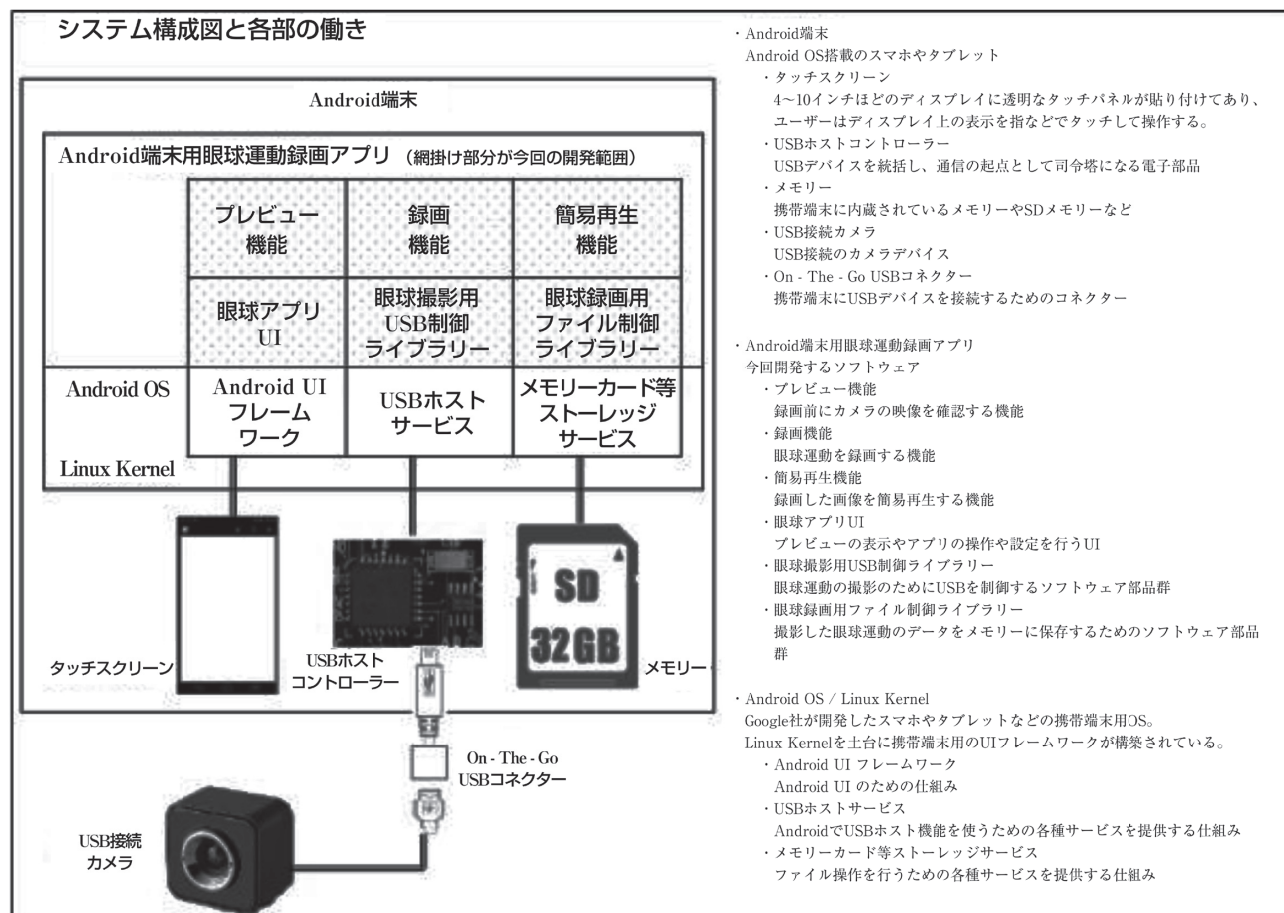


図 2. pVNG-2 のシステム構成図と各部の働き。

携帯型VNGの適応はメニエール病や前庭神経炎、BPPVだけでなく、小児良性発作性めまいや偏頭痛関連めまい、さらには恐怖性めまいなど病院外での眼振記録が望ましい反復性めまいすべてである。携帯型VNGを適用することにより、自宅など病院外で生じためまいについて、実際眼振が認められるか、また認められた場合の眼振の強さ、方向、頻度等を確認することによって、より正確な診断、治療が

可能となることから、今後さらなる発展が期待される領域である。今後、機器を改良し症例数を蓄積することで、より良い携帯型VNGシステムを構築していきたいと考えている。

研究成果リスト（論文、学会発表、特許出願）

なし