

胎児情報を看る

川崎市立看護短期大学

住本 和博

本学に赴任するまで、私は浜松医科大学産婦人科学教室において二十二年間、主に周産期医療に関連した仕事に従事してきた。今回、紀要に投稿する機会を与えていただき、この間に開発したシステムや、従事してきた研究の一部を、歴史的な経緯を踏まえ紹介するとともに、胎児情報を看るとはいかなるものか、できる限り看護サイドの立場から述べてみたい。

現在まで一貫して、より良い母児管理^{1) 2)}を目指し、微力ながら尽力してきたつもりであるが、本文を一読して頂き、今後周産期医療に携わる方の一助になれば幸甚の至りと考える。

1. 直接看ることのできない患者様—胎児—

胎児は子宮というベールにつつまれており、直視できないことが通常の患者様と大きく異なる。このため、従来胎児が子宮内で順調に育っているのか否かの判断は容易ではなかった。また、分娩は児にとって大変危険な旅立ちであり、この旅立ちをいかに安全に水先案内するかは周産期医療に携わるものにとって重要な任務である。近年の少子化傾向も反映され、従来にも増してより厳重な胎児管理が要求されている。

長い間、胎児を安全に見る術がなかったため、胎児管理は専ら母体情報から間接的に評価していた。母体重や子宮底の長さの推移から児の発育程度を推定し、レオポルド触診法などにより、子宮の大きさ、形、硬さ、羊水量の多寡、さらに胎位（胎児の縦軸と子宮の縦軸との関係）、胎向（児背と母体との関係）、胎勢（胎児の姿勢）、胎児の数、胎動などを診断する。分娩時には、先進部の骨盤入口への嵌入の程度、児頭の位置など時々刻々変化する状態を診断し、適切な判断のもとに処置という行動に速やかに移るためには、かなりの習熟さが要求された。

2. 母体の附属物ではなく一人前の患者様 — The fetus as a patient —

胎児情報を直接得る術がなかったため、胎児は永らく母体の附属物として扱われていた。しかし、ここ半世紀の技術進歩は著しく、さまざまな診断機器が開発され、詳しい胎児情報が極めて容易に得られるようになった。特に超音波診断装置の出現は、母児管理に大きく貢献した。図1は、導入当初の大きな超音波診断装置で、高価であったため検査室に設置され、単科で利用できるものではなかった。

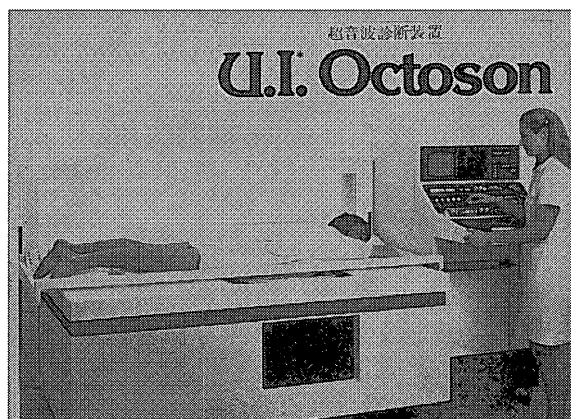


図1 日本に導入された当初の大きな超音波診断装置

現在普及している機器と比べると、探触子の部分だけでもベッドよりも大きく、操作性は決して良くなかった。胎児をみるには、妊婦さんをうつ伏せにし、超音波ゼリーの池に腹部を深く挿入させなければならなかった。現在、外来等で使用している機器のように、手軽に妊婦健診に使用できるものではなかった。しかし、X線のような被爆もなく安全に正確な形態情報が得られるようになったため、母児管理を大きく変遷させた。さらに、近年のマイクロプロセッサをはじめとする電子技術の進歩に伴い、高速の画像処理により驚くべき情報（図2）も得られるようになった。左図は一般的に用いられている機器から得た胎児頭部縦断像である。右図は、千枚近く

の断層像から体表情報を抽出し、三次元画像に再構築した立体像で、顔の表情まで判読できるようになった。このように詳しい胎児情報が簡単に得られるようになるに従い、胎児を一人前の患者様として扱うべきだという気運が現れてきた。そして、この機運をそのまま反映するかのごとく The Fetus as a Patient という国際学会が設立され、1993 年の富士

吉田で開催された本学会において、胎児は一人前の患者様として対応すべきだと宣言された。

この概念を受け、最近では妊娠していることが明確になると、母体のカルテとは別に、胎児自身のカルテを作成する先進的医療施設の出現も見受けられるようになった。



MEDISON提供

図2 胎児頭部画像 縦断像と立体像

3. 胎児情報を見る

胎児を一人前の患者様として対応するためには、胎児を正しくみなければならない。現在、一つの胎児情報のみで、正確に児の状態を看るのは難しいため、できる限り多くの胎児情報を収集する必要がある。それぞれの方法には特徴があり、問題点もある。ここでは一般的に用いられていて、私が係わってきた以下の四つの胎児情報について述べる。

1) 超音波診断装置による胎児情報

前述のように超音波診断装置の出現は母児管理に大きなインパクトを与えた。母体重から大凡の児体重の推測していたのが、児頭大横径、大腿骨長など児の大きさを反映する指標を正確に計測できるようになったため、精度の高い児体重を算出することが容易となった。さらに羊水量の多寡、胎位、胎向、胎勢、筋の緊張なども直視下で見ているかのようにはっきりと把握でき、正確な発育状況³⁾を診断できるようになった。また、ドップラー法による臍帯の血流計測から、胎盤を含む循環系の評価も可能となった。このように、従来触診による手探りの診断から、超音波診断装置による画像診断は母児管理を大

きく飛躍させることができた。ただ、この画像情報も超音波の特性を理解していないとゴーストや多重反射による誤認、超音波の伝導速度の違いによる計測ミスなども起こすので注意が必要である。

2) 胎児心拍数の変化、子宮のアクティビティによる胎児情報^{4) 5)}

聴診による児心音は、重要な胎児情報であり、現在でも実施されている。胎児心拍は、トラウベ聴診器という胎児専用の聴診器を用いて、5秒間の心拍数を3回連続して測定する。また、子宮収縮の強さ、周期は触診により計測し、これらの相互関係から児の状態を判断することができる。子宮収縮よりも遅れて心拍数が減少する症例では、児の予後が不良となることがあると1830年代に初めて報告された。これは所謂、遅発一過性徐脈を意味するもので、胎児評価では重要なポイントとなる。しかし、この聴診法と触診の組み合わせによる人為的な診断は、間歇的にしか実施できず、リスクの高い母児の連続管理には向いていなかった。1950年代に入り医用電子技術が急速に進歩し、1960年代には電子的に胎児心拍数と子宮のアクティビティを連続測定できる

分娩監視装置が市販されるようになった。この装置の出現により、正確な胎児心拍数（1心拍の時間間隔を電氣的に正確に測定し、この時間を1分間あたりに換算した値でbpm(beats per minute)という単位で表す）と子宮のアクティビティの連続記録が可能となり、前述の遅発一過性徐脈も容易に認識することができるようになった。

心拍数を制御する因子としては、心臓自身の制御機構、延髄の血管運動センター、上位中枢による総合的血管運動反射、内分泌による制御機構などが挙げられる。心拍数に影響をおよぼす因子としては、心臓の内因性リズム、心臓血管反射、内分泌などが

関与し、この中でも児中枢である胎児脳は、大きく心拍数変動に関係している。そこで児中枢と心拍数の関係を明らかにすべく、先天的に上位中枢が欠損している無脳児^{6) 7)}においてこれらの関係を検討した。無脳児は約千例に一例程度生まれ、剖検による中枢の欠損程度と心拍数変動のパターンを対比し検討した。逆にこの結果を用いると、正常胎児において異常な心拍数パターンが出現した場合、中枢上位のダメージの程度を診断することが可能となる。図3は20例の無脳児を表す。後頭部(欠損程度が大まかに判断できる)と摘出した中枢神経系を対比し、欠損程度が大きくなるに従って下方へ並べている。



図3 20例の無脳児症例 後頭部と摘出された中枢神経

この解析結果から児の重篤性、中枢神経系の機能障害の程度を知る上で、重要な示唆を得ることができた。寺尾は、この研究モデルを Experiment of Nature (天与の実験) と命名し、この実験系から猿や羊などを用いた動物実験からは得難い、ヒトそのものの情報を得ることができた。この研究は、超音波診断装置の普及も十分ではなかった時代背景があったがため、在胎30週以降の無脳児をあつめることができたが、この機器が普及した現在では、在胎20週までに処置されるため、もはやこのような

研究はできなくなった。

胎児の臨床評価にはこの二つの情報は重要であるが、正しく臨床評価するためには、二つの情報の相互関係を良く理解したパターン認識力が必要とされ、この認識力は臨床経験に基づくところが多い。

もし機器が自動認識した結果を初心の医療従事者にサポートできれば、安全性の確保と、省力化が計れると考え、図4に示すようなマイクロコンピュータを用いた胎児心拍数自動解析装置を開発した。Tocology(産科学)をもじって寺尾は、Tocoputer⁸⁾

とこの機器を命名した。臨床的に注意を要するパターンが出現するとそのパターンを自動的に認識し、その分類結果を印字するとともに、重篤性が増せばその程度に応じてこの機器から三段階の警報が出力される。

現在、母児管理において胎児心拍数と子宮の情報が最も一般的に利用されているが、この方法も擬陽性がやや多いため、過剰な医療処置を行うことがあることに注意が必要である。

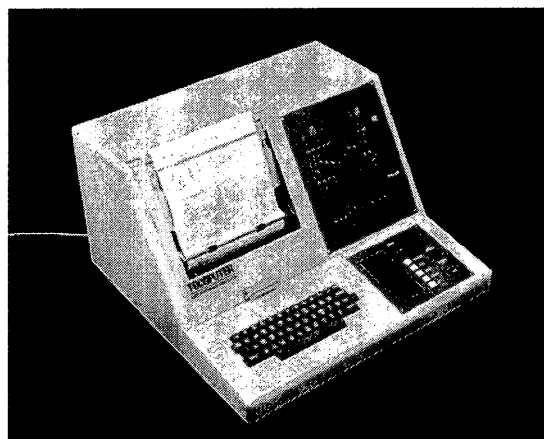


図4 胎児心拍数自動解析装置 (Tocoputer)

3) 羊水混濁による胎児情報^{9) 10) 11) 12)}

羊水は胎児環境そのものであり、羊水中には多くの胎児情報が反映されている。通常、羊水は、黄色をおび、清澄なものであるが低酸素症などに陥ると腸の蠕動が亢進し、羊水中に胎児の便（胎便）が排泄され、暗緑色に濁る。これが羊水混濁である。分娩第Ⅰ期やそれ以前に羊水混濁を認めると、児の状態が良くない一つの徴候とされている。従来、この診断は、羊水鏡という金属の筒を膣に挿入し、先端部をランプで照明しながら、卵膜越しに目視で観察していた。しかし、この方法は子宮口が2cm程度開大していなければ診断できず、子宮口が開いていない初妊婦や妊娠中においてはその診断は困難であった。われわれは、以上のような制限にとらわれず、子宮口がほとんど開いていなくても、より高感度で定量的に診断できる方法を開発した。

胎便には、胎便固有の蛍光物質が含まれることを新たに見いだした。この蛍光物質は図5に示すように405nmの励起光に対し、580nmの蛍光を発する特性があり、亜鉛コプロポルフィリンであることを同定した。図6はこの特性を応用した全く新しい

ファイバー式の羊水混濁測定装置である。この機器の開発により、子宮口がほとんど開大していなくても、高感度で定量的に羊水の混濁程度を測定できるようになった。胎児の状態が悪くなると羊水が混濁し、回復により清澄になることもわかった。ただ、混濁情報も疑陽性が多いことは、認識しておかなければならない。

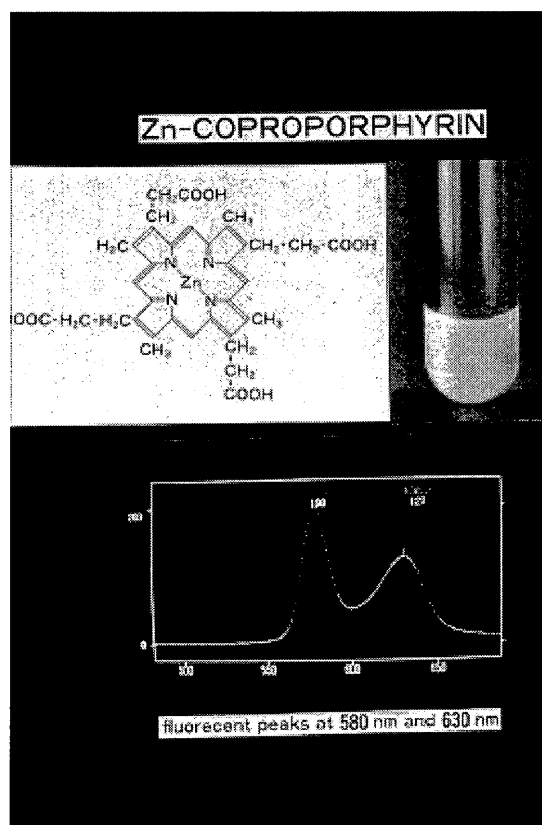


図5 胎便特有の蛍光物質
亜鉛コプロポルフィリン

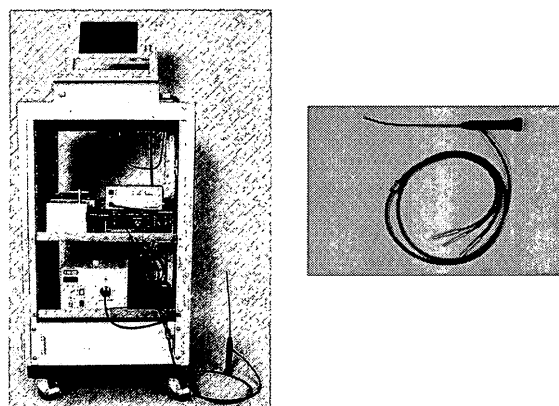


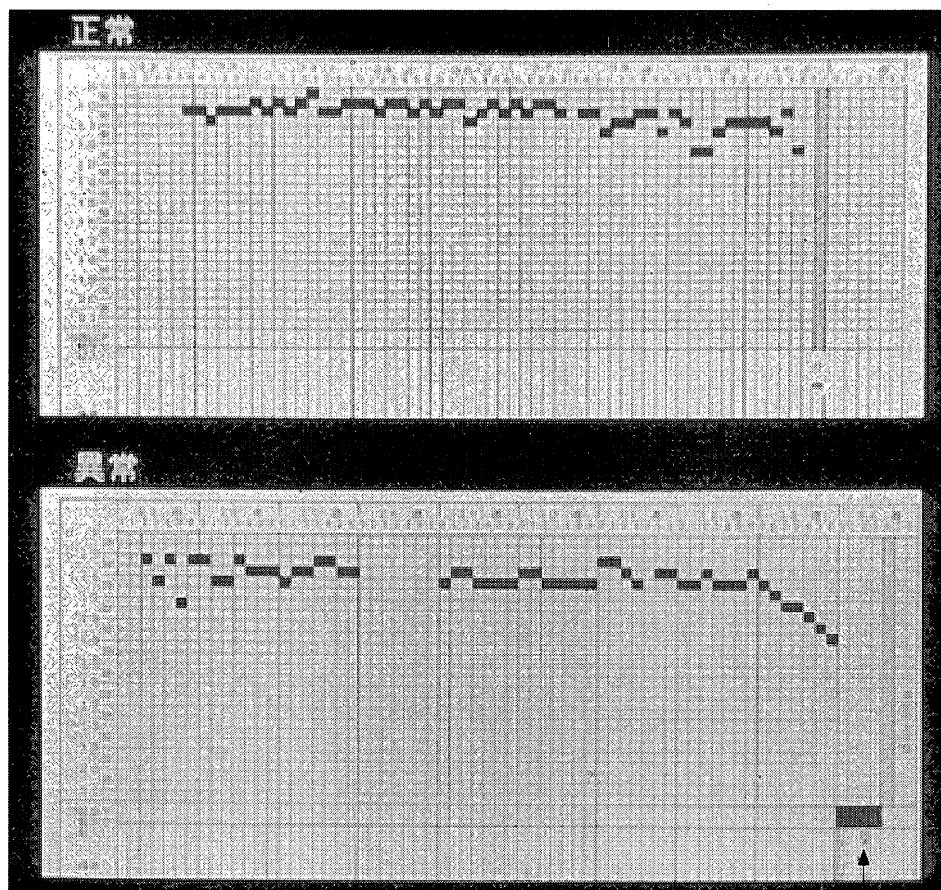
図6 ファイバー式羊水混濁測定装置

4) 胎動情報^{13) 14)}

以上述べてきた胎児情報は通常、施設内検診で得られる情報である。ここでは、妊婦自身が得られる胎児情報について述べる。妊婦管理において検診は重要であるが、検診のタイミングは、妊娠週数とともに4週、2週、毎週とその間隔が短くなる。このポイントの検診をより連続性の検診にすべく自覚胎動を用いた胎児評価の方法を考案した。20週頃になると母親は胎児の動きを自覚するようになる。元気であれば児はよく動き、10回の胎動をカウントするのにさほど時間を要しない。しかし、児の状態が悪くなると動きも減少し、10回カウントに要する時間の延長を認める。毎日この自覚胎動を10回カウントし、これに要した時間をプロットすると図7となる。列が日にちを、一桁が30分を表す。上

段は連日よく動く正常症例を、下段は動きが徐々に緩慢になった異常症例を示したものである。自宅で下段のような胎動減少を認めれば、速やかに外来を受診するように助産婦外来で指導している。より連続的な胎児管理を実践するため、連日この胎動表に記載させ、検診の狭間に起こる異変を妊婦さん自身に発見させるべく指導している。この胎動表に記載することが面倒な妊婦には、単に胎動があればボタンを押すだけで胎動表を電子的に記載する機器を開発し(図8胎動カウンタと命名)、これを無償貸与している。

この胎動情報も超音波診断装置による情報と異なり、妊婦自身の感受性の差による問題があることを自覚しておかなければならない。



連日動きを感じなくなった

図7 胎動表 正常症例と胎動減少を認めた異常症例

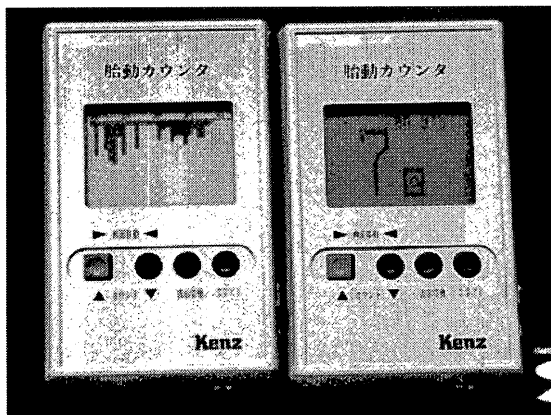


図 8 胎動カウンタ

4. 人為的に手を加えた時こそ良く見る！

周産期医療に関するトラブルの数は他科に比べて多い。通常、妊娠・分娩は疾患ではなく母子ともに分娩後元気に退院となる。母児の一方でも問題が残ったりすれば、その管理の良否が問われる。殊に子宮収縮剤の投与など人為的な処置を加えた場合、より注意して管理しなければならない。母体合併症や予定日をかなり過ぎた症例、前期破水症例で陣痛がなかなか発来しない場合、子宮収縮が十分強くない場合など子宮収縮剤の投与により子宮収縮を人為的にコントロールすることがある。この時、稀ではあるが投与により非常に強い子宮収縮（過強陣痛）が発生し、胎児はこのストレスに耐えられない事態に陥ることがある。図9は、予定日を超過し、42週に入ったため分娩誘発¹⁵⁾を計った症例である。上段が胎児心拍数（通常は110bpmから、160bpmの間ではほぼ平坦な直線に近い波形となる）下段が子宮収縮（子宮が収縮すると山となる）を表す。収縮剤の投与により収縮の間歇期が無くなり、強い持続した子宮収縮すなわち過強陣痛が発生し、胎児はこのストレスに耐えられなくなり、心拍数が著明に減少している（遷延性徐脈）。Tocoputerからは、過強陣痛（EXCESSIVE UC）と徐脈を自動認識し警報を発している。このため、直ちに投薬を中止したため、まもなく子宮収縮が弱まり間歇期が現れるようになり、心拍数も正常域にもどり難を回避した症例である。もし、このような症例において誘発後、30分程度席をはずし、看ることを怠っていたらどのような事態になったであろうか？おそらく高度な徐脈がさらに持続し、後遺症を残したり、最悪の場合胎内死亡という結果を招くことも想像に難くない

と考えられる。最新の機器をどんなに用いても、運用を間違えれば悲しい結果¹⁶⁾を招くことになる。

看ることを怠ったがために、訴訟になったと伝え聞くことも何度かあったが、運用を間違わないようにするためには日頃の教育が重要となることは言うまでもない。

5. より効果的な看護教育をめざして

—三次元CG 周産期診断

分娩介助教育システム—^{17) 18) 19)}

より良い母児管理をめざし、いろいろな機器の開発を手がけてきたが、教育システムの重要性を再認識した。分娩は子宮内で進行する事象であり、直接みることができず、正しく理解することは甚だ困難である。さらに近年の少子化傾向やプライバシーの問題などから臨床現場での分娩・介助法を学習する機会はますます減少傾向にある。分娩周辺の母児管理や処置の上手・下手は経験によるところが大きい。そこで、分娩を最近のコンピュータ技術を用いて可視化すれば、学習効率の向上につながると考え、仮想現実（VR）の技術を用いて可視化した。この教育システムは図10に示すように、マウス操作で母児を拡大、縮小、回転することは勿論、母体正中を境に半透明、透明にすることができる。この三次元表示を用いると、胎児が回旋しながら骨盤内を通過する過程を、時間的にも、空間的にも容易に理解することができる。このシステムの画面表示を図11に示す。左部のメニューを指示することにより、一連の分娩に関する事象が学ぶことができる。右部で母体、子宮、骨盤などをそれぞれ半透明、透明に指示することができる。下部には、各事象の説明が記載してある。このシステムは市販PCのWindows XP上で動作し、高価な画像専用の装置などは必要としない。分娩の介助法も、分娩を進行表示させながら任意の視点から観察できるため、介助の手の動きは極めて分かりやすい。

分娩の異常に関してはさらに臨床の場で経験する機会は減少するため、現在妊娠・分娩の異常編を開発しており、このようなVR技術を用いた教育システムが今後さらに充実されていくものと考えられる。

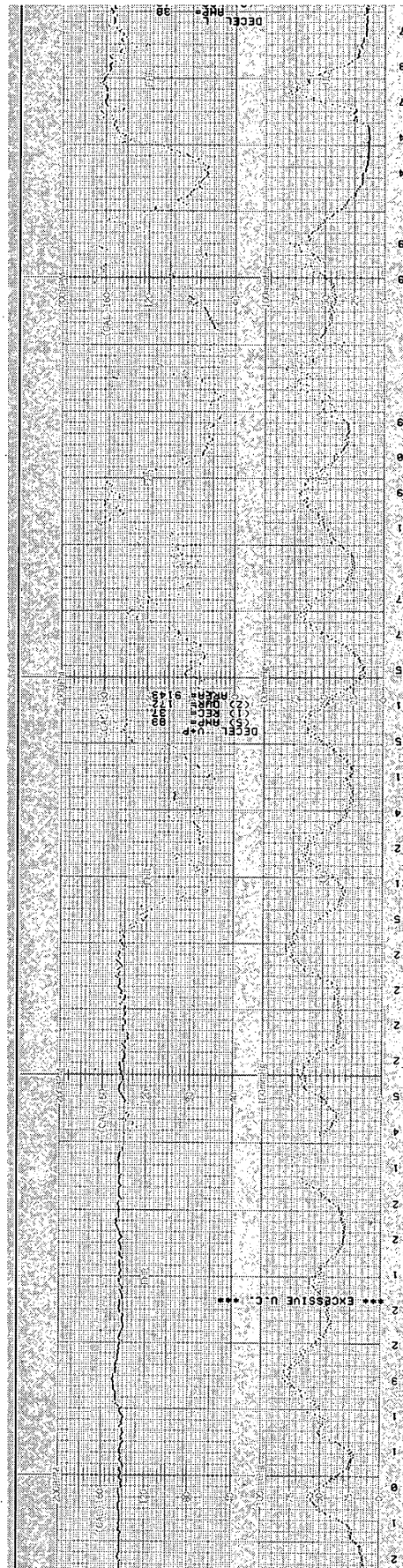


図9 分娩誘発により過強陣痛が生じ徐脈に陥った症例

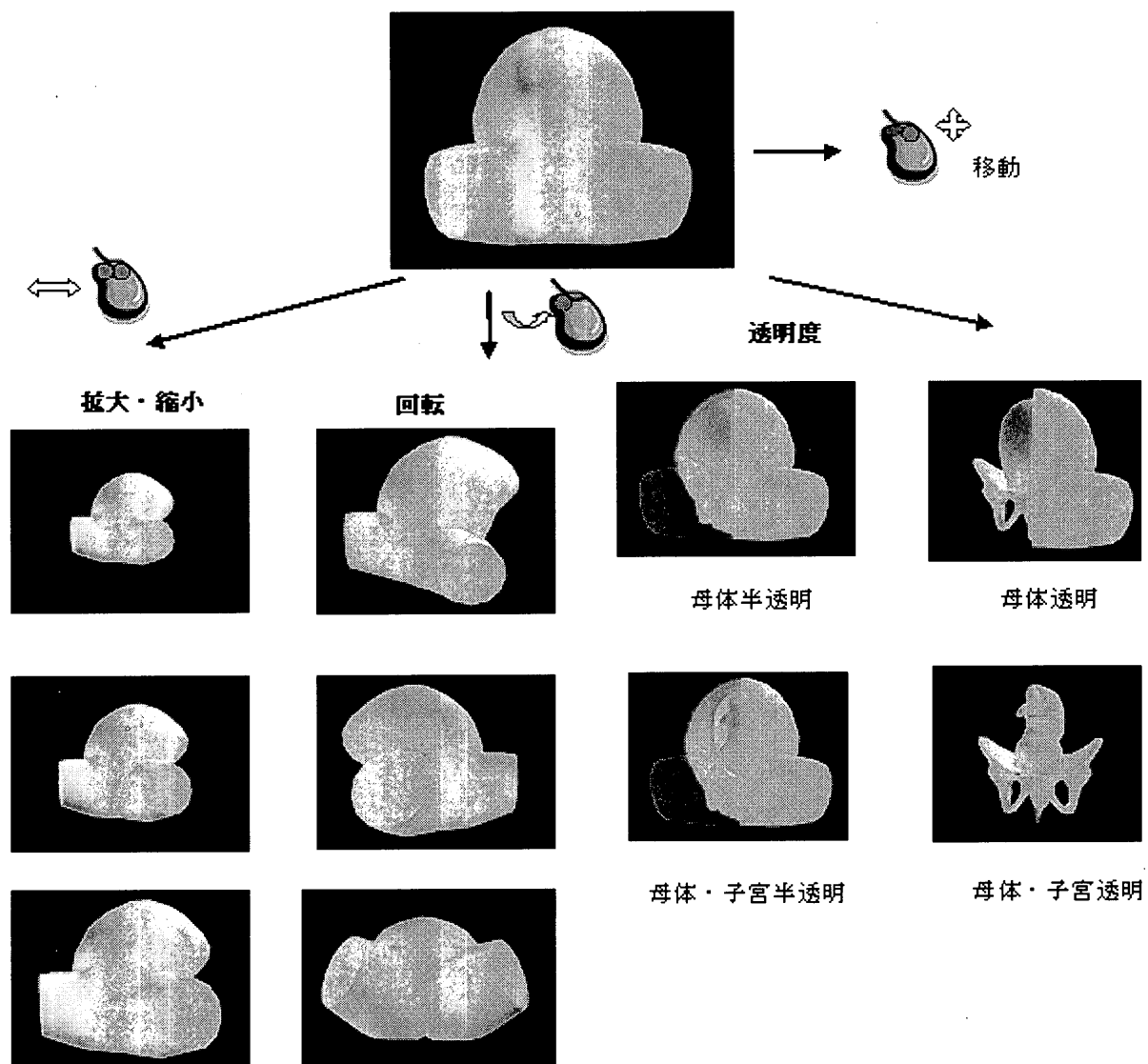


図 10 分娩介助教育システム（拡大・縮小・回転 可視化が容易に行える）

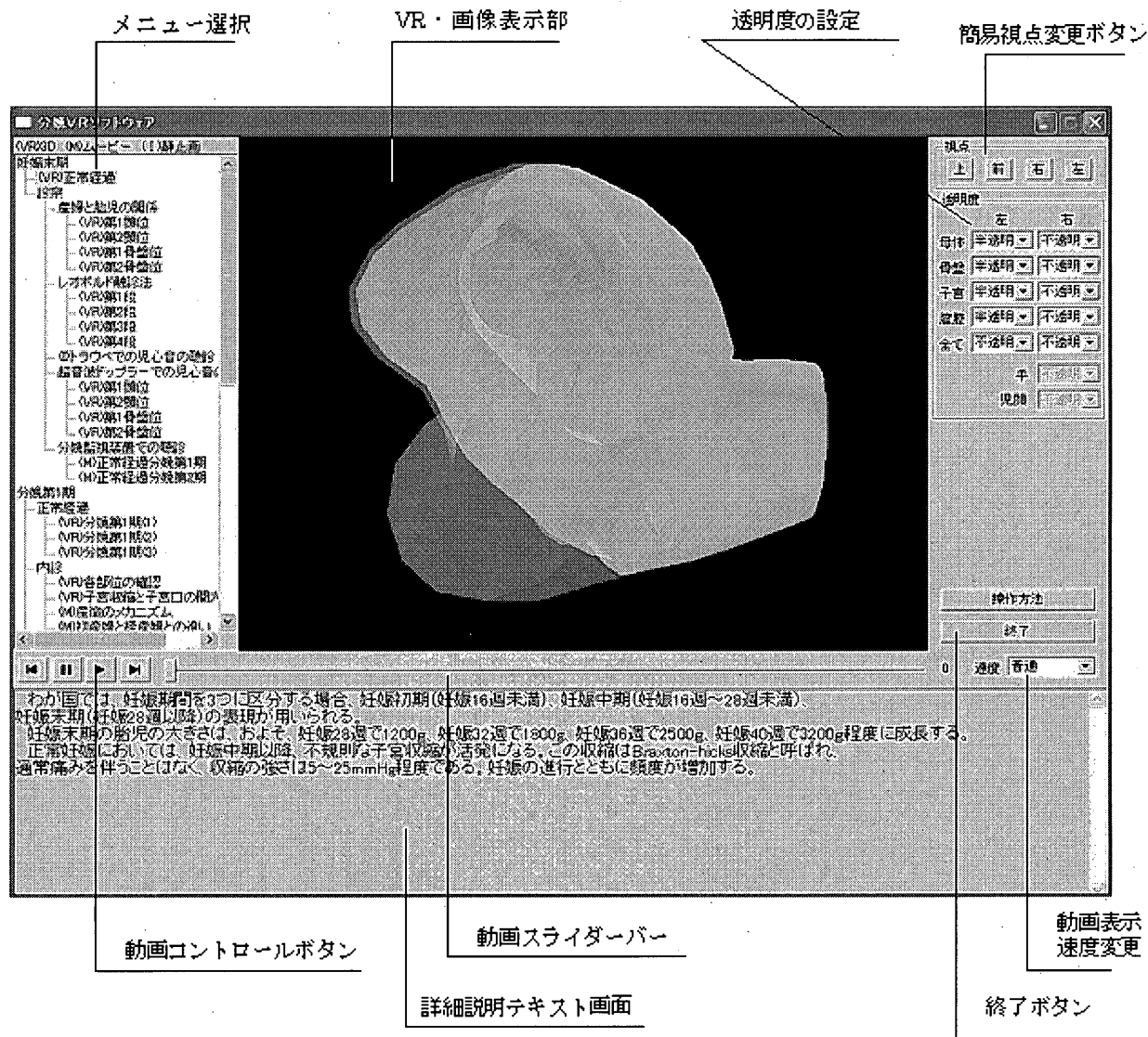


図 11 分娩助産教育システム（正常編の各部詳細説明図）

6. 本当に胎児をよく見るために

より良い母児管理を遂行するためには、今まで蓄積した知識や経験を基に正しく行動しなければならぬ。行動を起こす前には、まず正しい判断をしなければならない。正しい判断をするためには、良く看なければならない。しかし、正しくものをみるのは、必ずしも容易ではない。日頃、偏見や思いこみを除き、論理的にものごとを見るように心がける必要がある。仏教（釈尊）の教えの中に、苦を消滅させるための八つの正しい道「八正道」というものがあり、これらの修行の最初に正見（正しいものの見方）という言葉が出てくる。慣れから来る注意力の

減少や、ある種の思いこみなどにより、真実を見逃すことがある。看することは、正しく判断し、行動するための基本であり、恒にこの基本に忠実でありたいと考える。

万能薬に相当する胎児情報が得られない現時点では、いろいろな胎児情報を総合的に判断しなければならないところに、胎児を看ることの難しさがあると言える。近赤外線による胎児環境の酸素動態を測定するような機器の開発²⁰⁾にも現在従事しているが、今後さらに素晴らしい胎児情報を得られるようになることを期待してやまない。

引用文献

- 1) 交野好子、金山尚裕、住本和博：つわりは Morning Sickness か？ つわりの発生時間帯と発症病態に関する検討、母性衛生、41:506-510、2000.
- 2) 住本和博、方顕、金山尚裕他：妊娠中毒症の病態をサーモグラフィーで解析する、産婦人科の世界、53:951-962、2001.
- 3) 寺尾俊彦、住本和博：胎児発育の評価法、周産期医学、16:200-201、1986.
- 4) 寺尾俊彦、住本和博：胎児心拍数モニタリング、南山堂、1986.
- 5) Inamoto Y. Sumimoto K. Terao T. et al. : Real -time analysis of foetal heart rate patterns using a computer system., Med & Biol. Eng. & Comput., 20:223-230、1982.
- 6) 寺尾俊彦、住本和博：胎児心拍数の神経制御機構－無脳児 10 例の解剖と心拍数図との関係について、周産期医学、12 : 371-385、1982.
- 7) Terao T. Kawashima Y. Sumimoto K. et al : Neurological control of fetal heart rate in 20 cases of anencephalic fetuses. , Am. J. Obstet. Gynecol, 149:201-208 、1984.
- 8) 寺尾俊彦、住本和博、稲本 裕他：マイクロコンピュータを用いた胎児心拍数解析装置（トコピュータ）、日本産科婦人科学会誌、32:669-670、1980.
- 9) 住本和博、金山尚裕、寺尾俊彦：光工学的手法を用いた非侵襲的羊水診断－羊水混濁からみた胎児仮死の診断、周産期学シンポジウム、6 : 138-144、1988.
- 10) 住本和博、金山尚裕、寺尾俊彦他：羊水混濁測定装置の開発、産婦人科治療、56:345、1988.
- 11) 住本和博、金山尚裕、寺尾俊彦：羊水鏡、周産期医学、25 : 306-311、1995.
- 12) 成瀬寛夫、住本和博、金山尚裕他：蛍光を用いた胎便吸引症候群（MAS）の特異的診断法に関する研究、日本産科婦人科学会誌、42:719-726、1990.
- 13) 住本和博、松山薫、金山尚裕他：自覚胎動による胎児管理の試み、産婦人科の実際、40 : 1531-1536、1991.
- 14) 田口勝、木竜徹、住本和博他：多次元 AR モデルによる腹壁変位信号からの胎動信号の判別、電子情報通信学会技術研究報告、97:1-8、1997.
- 15) 寺尾俊彦、佐藤郁夫、住本和博他：合併症のない妊娠 40,41,42 週例の分娩誘発の実情に関するアンケート調査、日本産科婦人科学会雑誌、51:243-245、1999.
- 16) 住本和博、金山尚裕、寺尾俊彦他：新生児仮死による後遺症の予知、産婦人科の実際、35:877-881、1986.
- 17) 前原澄子、田邊美智子、交野好子他：母性看護学・助産学領域における教育教材の開発－周産期診断・分娩介助モデルの Augmented Reality の開発と教育効果－（課題番号 12307058）、平成 12 年度～平成 14 年度科学研究費補助金（基盤研究（A）（1））研究報告書
- 18) 交野好子、田邊美智子、住本和博他：分娩期における母体内現象の理解に関する研究、日本母性看護学会誌、2:55-60、2002.
- 19) 前原澄子、住本和博、交野好子他：3次元CG 周産期診断 分娩介助教育システム、メディカ出版、2004.
- 20) 成瀬寛夫、住本和博、寺尾俊彦：赤外光による脳内酸素モニタリング、生体の科学、45:196-202、1994.

本稿は、「川崎市立看護短期大学紀要の発行に関する規定第7条第3項」に基づき、紀要・年報編集委員会が寄稿を依頼したものである。