超小型モバイル胎児モニター (プチ CTG) の開発とそのグローバル展開 ~ 首相官邸で開催された「まち・ひと・しごと創生会議」に招かれて ~

香川大学 瀬戸内圏研究センター 特任教授 原量宏



たいと思います。

初めに、首相官邸で開催された「まち・ひ と・しごと創生会議」ですけれども、国がこ の 5 年間程非常に力を入れているプロジェ クトです。しかし、その割に我々は案外内容 を知りません。私だけがあまり詳しくなかっ たのかもしれませんけれども、せっかくの機 会ですから、お話したいと思います。

香川県では香川県経済成長戦略を 5 年ぐ らい前に作っています。まず、そういったも のと「まち・ひと・しごと創生会議」との関 係、その後、このプチ CTG の開発といった ことをお話して、最後に、JICA のご支援に よるタイ王国のチェンマイあるいはミャン マー、そういった所に展開中のプロジェクト を紹介いたします。これらの海外展開につき ましては、途上国だけでなく、ゆくゆくは先 進国へもこのようなプロジェクトを進めた いという観点からお話いたします。

今回は、プチ CTG と呼んでいる超小型モ バイル胎児モニターの開発とそのグローバ ル展開について報告したいと思います。プチ CTG は昨年夏に完成し、医療機器としての 認定も得ました。また、開発したメロディ・ インターナショナル株式会社は大学発ベン チャー企業として認められております。その 成果もあって、昨年11月に開催された「ま ち・ひと・しごと創生会議」で発表する機会 がありましたので、このことも含めて報告し

目 次

- 首相官邸で開催された「まち・ひと・しごと創生会議」に招かれて
- 2. 「まち・ひと・しごと創生会議」とは
- 3. 「香川県産業成長戦略」と「かがわ創生総合戦略」
- 日本の素晴らしい周産期(胎児・新生児)管理の発展途上国への普及
- 超小型モバイルCTG(プチCTG)の開発の経緯とコンセプト
- 大学発ベンチャー企業「メロディ・インターナショナル社」の設立
- 超小型モバイルCTG (プチCTG) が医療機器として認められて
- 8. JICA: タイ・チェンマイ県全域に広がる第2期プロジェクト 9. アセアン諸国からアフリカ、南太平洋諸国、そして先進国へ

「<u>本日は、尾形さん</u>、そして堀田さん、 齋藤さんから地方の現場で頑張ってい る皆さんのお話を伺いました。

- ・地方にはチャンスがないと考えた、・自分の力で地方でチャンスをつかむことができると考えた、
- やっぱりできないんだなと考えた、
- その大きな違いが今日3人のお話を 伺っていて実感できたなと思っていま

地方にこそチャンスがある。そう考え、外から来た新しい発想を持つ 人々と、地域をよく知る皆さんとの融合を通じて、化学反応が生まれ、地 方に新しい活力と次なる成長の可能性が生み出されます。 改めて、そう感じました。

昨年、「首相官邸で11月21日に会議が開かれますから、ぜひとも来て下さい」という連絡がありました。「本当に安倍首相が来られるのだろうか」と思っていたのですけれども、実際には首相だけでなく副首相、官房長官、片山地方創生大臣などが来られて、閣僚の前での説明ということでした。発表はメロディ・インターナショナル株式会社の尾形社長が行いました。首相が「地方にこそチャンスがある。あるいは自分の力で、地方でチャンスを掴むことができる」というようなことをおっしゃられました。そのような考えで私達が長年取り組んできて、それが実際に医療機器として認められたことで呼ばれたということが、会議に出席して良く分かりました。

会議が始まる前にSPから「絶対に写真を 撮ってはいけませんよ」とか、「勝手に近づい てはいけませんよ」との注意がありました。 ところが、会議が終わった後、わざわざ首相 の方から近寄って来られて、「よく頑張りま したね」ということで、さっと手を出されて 握手をして下さいました。まさか握手までし ていただけるとは思ってもいませんでした。 これも非常に記念になりました。



官房長官はしょっちゅうテレビで見てい

ますけれども、非常に落ち着いた方で素晴らしいなと思いました。片山大臣と元の総務大臣 も来られて、特に片山大臣はプチ CTG を付けた熊の妊婦さんの人形に「まあ良いわね」と 言っておられました。





「まち・ひと・しごと創生会議」は第2次 安倍内閣がスタートした時点で、「これから の日本の人口減少、超高齢化社会、少子化社 会などの課題をどのようにして解決して行 くか」ということを目指して組織された会議 で、要するに地方が元気にならなくてはいけ ないということです。この会議は内閣に直接 設置された内閣直属の組織で、これまで 17 回開かれており、その成果が毎年発表されて います。

地方を元気にするということで、「地方に 仕事を如何にして作っていくか、そのために は地方に人が育たなくてはいけない。その結 果、高松などはコンパクトシティで有名です れけども、そういった所、まちが活性化され てくる」と言ったお話でした。現在の首都圏 は人口集中が非常に激しいので、地方都市を 魅力的な地域にして、首都圏への人口集中を 是正していく。そのためには国がいくら地方 に「頑張りなさい」と言っても駄目なので、

「まち・ひと・しごと創生会議」とは

- 「まち・ひと・しごと創生会議」は「まち・ひと・しごと創生本部」が開 催する会議のことである。
- 「まち・ひと・しごと創生本部」は第2次安倍内閣の時に、
人口急 減超高齢化という我が国が直面する大きな課題に対し、政府・ 体となって取り組み、各地域がそれぞれの特徴を活かした自律的 で持続的な社会を創生することを目指して組織され(平成26年 9月3日発足)、内閣に直接設置された法定の組織となってい
- 「まち・ひと・しごと創生会議」は、これまで17回(平成26年9月 ~平成30年12月)にわたって開催され、その成果は「まち・ひと・ しごと創生総合戦略」として毎年度ごとに発表されている。

「まち・ひと・しごと創生総合戦略」の骨子①

- (1)人口減少と地域経済縮小の克服
- (2)まち・ひと・しごとの創生と好循環の確立
- ・しごとの創生
- ひとの創生
- まちの創生



要するに、日本の急激な少子高齢化の進展に的確に対応し、人口減少に歯 止めをかけ、首都圏への人口集中を是正し、地方・地域におけるワーク・ライフ・ バランスを確保すること、将来にわたって活力ある日本社会を維持していくことが

ハフノスで埋除するかと、いい。 最も中心的課題となっている。 このためには、国、地方自治体、大学等教育機関、民間企業が一体となっ て、地方都市を活性化させ、地方に活力ある企業・人材を育成し、若い人達が 希望をもって働ける場所、安心して子供を生み育てる場所を確保することにつき

香川県や高松市、それから大学などの教育機関が重要視されているようです。それと民間企 業です。大学と民間が協力して、ベンチャー企業のような、そういったことがこれから非常 に重要であり、注目されるのではないかと思っています。私は産婦人科医ですから、その上 で安心して子供を産むことができるようにするためのデバイスを、あるいはシステムを開 発していくということに力を入れてきたわけです。

その骨子がたくさん書かれていますけれども、重要そうなのを取り出しますと、地方創生

とか、わくわく地方で生活できるように。そ れから、都会に行った若者を UIJ ターン、地 方に戻っていただくということ。 また高齢者 や女性の活躍など。それでも人が足らない。 ですから、地方においても、都会においても そうですけれども、外国人材の活用。それで、 今いろいろ言われていますけれども、安倍内 閣は外国人が日本で働き易くするというこ とを進めているようですね。

「まち・ひと・しごと創生総合戦略」の骨子②

そのために地方創生の基本方針が策定され、

- (1)ライフステージに応じた地方創生の充実・強化
- (2)わくわく地方生活実現 政策・実行 ・若者を中心とした UIJ ターン対策の抜本的強化
- ・女性・高齢者等の活躍による新規就業者の掘り起こし
- 地方における外国人材の活用
- ・国民の関心を惹きつける効果的・戦略的な情報発信
- 中でも特に重要な施策として
- ・地域産業の競争力強化(業種横断的取組) 女性などが起業しやすい環境を整備
- 入促进
- ・地域経済の引上げには、海外をはじめ域外需要を取り込むことが有効 ・府省庁の連携によるニッチトップ企業、グローバルニッチトップ企業への支援
- 各地方公共団体の「地方版総合戦略」の策定
- があげられている。

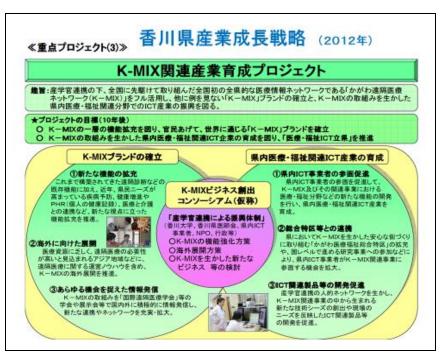


中でも重要なのは女性が起業しやすい環境。また、ベンチャー企業は官庁や大学などに実績がないから、なかなか物を買ってもらえないといったことがあるのですけれども、公官庁はベンチャー企業への資金提供だけでなくて、もっともっと相互に協力し合うということですね。それから、海外との関係。大手の企業が海外輸出に力を入れていますけれども、地方も域外の需要を取り込む。地方のグローバルニッチを支援していくということ。そのために国は各県に「地方版の総合戦略を作るように」ということで、各県が国から策定を要請されているわけです。

香川県は「まち・ひと・しごと創生総合戦略」の前に、既に「香川県産業成長戦略」を作っており、国からの要望で新たに作る香川県版「地方版総合戦略」としては「かがわ創生総合戦略」というものを作っています。ここで言いたいことは、香川県は国が「作りなさいよ」と言う前に既に「香川県産業成長戦略」を作っていたということです。

その1年前にできた「産業成長戦略」、香





て県がたくさんのことを書いてくれているわけです。これはもう6、7年前のことです。

そこには、「K-MIX ブランドの確立」とありますが、①新たな機能の拡充、「K-MIX の機能にさらにいろいろな機能を加えて充実しなさい」ということで、現在 K-MIX+として、ますます拡充しているところです。

それから、②海外に向けた展開、「K-MIX を含め医療 IT を海外に向けて展開するように」

ということで、今日私がお話する周産期も含めての K-MIX です。③あらゆる機会をとらえ た情報発信、「学会、その他いろいろな機会を利用して、この K-MIX を海外にも展開する ように」ということで、県が応援して下さっているわけです。国際遠隔医療学会を開催しま したし、G7 サミットの時の医療 IT の展示、このように機会を捉えては宣伝をしてきたわ けです。それから、「県内医療・福祉関連 ICT 産業の育成」とありますが、これも県庁から の意向です。ですから、ベンチャー企業を作るとか、NPO を作るということをやってきた わけです。

皆様は総合特区を忘れているかもしれませんけれども、民主党政権の時に「地方を活性化 する」と言うことで、「各地方の得意な分野を支援するから予算を付ける」と総合特区制度 ができました。香川県は「この遠隔医療及び医療 IT を福祉分野に使う」と言うことで認め られて、一応 5 年間は予算が出ました。しかし、その後も総合特区は続いていますけれど も、予算が出ない。県は国から出た予算をそのままスルーして出すのですけれども、県独自 ではなかなか出さない。そこで、時々県庁に行ってお願いしているところです。安倍政権で は総合特区ということで、地方に任しておいたのでは地方ごとにばらつきが出てくるし、国 の方針を直轄的に行うことが難しいので、上からの方向性で行う国家戦略特区というもの ができました。

最近の流れでは、「総合特区の中で内容の良いものは国家戦略特区で行ったら良いのでは ないか」と言うところまで来ています。ですから、もっと国に対して、香川県や香川県出身 の議員さん方から「遠隔医療の国家戦略特区的なものを行ってはどうか」と言って欲しいと 思います。

それから、特区を運営していくには大学の組織だけでは柔軟性に欠けますので、NPO、 e-HCIK を作ったということです。この e-HCIK は私が理事長をしており、JICA の仕事も ここが担当しております。ということで、この 2012 年に作っていただいた産業成長戦略そ のものに関して非常に力を入れているのですけれども、これができるのは、瀬戸内圏研究セ ンターがあるからであり、大変感謝しております。

K-MIX

国から言われて作った 2015 年の総合戦略 を見てみますと、香川県成長戦略と同じ内容 です。その中を見ますと、先ほど言いました オリーブや希少糖が出ていますけれども、K-MIX も出ています。独自の強みを持つ企業、 それから海外展開の支援、これも同じ内容で

ここからが本論です。その中で「我々がど のようなことをするか」と言うことですが、 結局、超小型の胎児モニターを開発すること

関連産業育成プロジェクトの推進			
	KPI	目標値	現状値
	かがわ遠隔医療ネッ		
	トワーク(K-MI	平成 31 年度に 190	平成 26 年度: 106 か
	X)への参加医療機	か所	所

「かがわ創生総合戦略」(2015年)

KPI 重要業績 評価指標 県が支援した健康関 5年間で15件(平 連製品の開発による 成 27~31 年度の累 商品化件数 計) かがわ健康関連製品開発地域構想推進事業、健康関連ニーズ発掘・ 具体的な モニタリング支援事業、健康関連製品開発促進支援事業、健康関連 事業 ICT産業育成支援事業

が最も重要であると考えました。これは以前から考えていたことですけれども、プチ CTG

の開発です。そのためにメロディ・インターナショナル社を設立する。そして、大学に申請 して大学発ベンチャーに認めていただく。もちろん、そこで開発した機器は医療機器として の認証を得る。今、我々はここまで取り組んできたわけです。中でも一番難しかったのは医 療機器としての認証でした。そして、このような医療機器を総務省や JICA の支援により、 アセアン諸国や南アフリカへの展開。こういったことに取り組めたことは非常にラッキー だったと思います。そういったこともあって、安倍首相に呼ばれたのだろうと思います。

「まち・ひと・しごと創生総合戦略」香川県

「香川県産業成長戦略」、「かがわ創生総合戦略」の具体的な施策として

- ①成長産業の育成・集積
- ・ものづくり「温故知新」プロジェクトの推進
- ・「かがわ希少糖ホワイトバレー」プロジェクトの推進
- ・オリーブ産業強化プロジェクトの推進
- ・魅力ある農林水産物づくりと農林水産業の6次産業化の推進
- ② 独自の強みを持つ企業の競争力強化の支援
- ・新規創業・第二創業等の創出促進 研究開発力・基盤技術の強化等
- ③ 企業の海外展開の支援
- ④ 産業の成長を支える人材の育成・確保
- ⑤ 企業立地の促進等と産業基盤の強化 等があげられている。

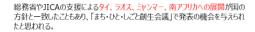


(-MIX+

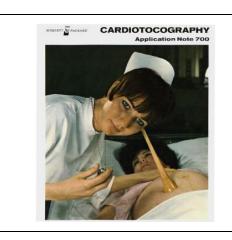
「まち・ひと・しごと創生総合戦略」香川県

国の「まち・ひと・し、ごと創生総合戦略」では

- ・女性・高齢者等の活躍による新規就業者の掘り起こし
- 企業の官公需への参入促進 ・地域経済の引上げには、海外をはじめ域外需要を取り込む
- 「香川県産業成長戦略」、「かがわ創生総合戦略」では
- ・企業の海外展開の支援
- となっており、我々が長年取り組んできた
- ・超小型モバイルCTG (プチCTG) の開発・大学発ベンチャー企業としての認定
- 医療機器としての認証



このスライドは前にも出したことがある と思うのですけれども、胎児が元気かどうか をチェックしているところです。医療機器が ない何百年も前の昔から経験的に行われて きたことは、妊婦さんのお腹に耳を直接当て る方法です。お腹の中で胎児の心臓の動いて いる音が聞こえます。それがある数、大体1 分間に 140 拍ぐらいなのですけれども、それ が 100 拍以下になってきたりすると、「中で 胎児が苦しんで酸素不足なのだ」というよう

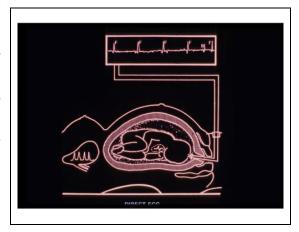


なことが分かっています。それがお産になってくると仮死状態で生まれるということです。 それをどのようにして効率良く検出するかということです。これはトラウベといって、妊婦 さんのお腹にかなりの圧力でぐっと押し付けます。お腹がへこんでいますよね。そうすると 皮膚が少し固くなって、また子宮の中の胎児との距離が近くなって、胎児の心臓の鼓動が伝 わって来ます。トラウベの大きさや耳の鼓膜の大きさなど全てが計算されていて、丁度良い 周波数で鼓動が耳に入って来るように工夫されています。

これを「どのようにすれば安定して検出できるようになるのか」ということで、1970年代にドイツと日本とアメリカで競争していました。その当時、瀬戸内圏研究センターに今いらっしゃる竹内客員教授が、ヒューレットパッカード社の日本の支社である横河ヒューレットパッカード社に勤務されていて、東大産婦人科と共同でその装置、分娩装置を開発していました。

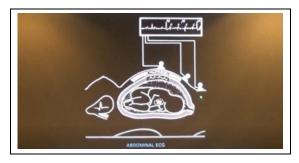
その頃、胎児の心拍数の動きを厳密に測るには、胎児の頭に電極を付けます。これが心臓なのですけれども、胎児の心臓の電圧がここまで伝わってきて、胎児の皮膚の周りが塩水、羊水なので、電位差がここに出て来ます。このように成人の心電図と似たような QRS 波がきれいに出てきます。ここからここまで1秒だと1分間に60拍ですね。0.5秒間隔だったら120拍、だいたい胎児では0.5秒。まあ140拍ぐらいで、0.4秒間隔ぐらいですね。この1拍1拍の間隔に揺らぎが出てくるの





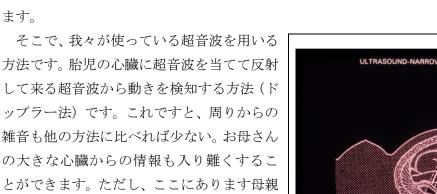
です。その揺らぎは胎児の脳の自律神経の機能を反映しているので、この揺らぎを見ると、 胎児が元気かどうかということが分かります。ただし、この方法はお産が始まり子宮口が開き始めて、2~3cm 開かないと電極を付けることができません。ですから、お産が始まってからしかできないのです。本来、我々が知りたいのは妊娠の中期、胎児がどんどん発育していく時期から知りたいのです。これはお産の時の胎児の低酸素を見付けることができますが、これだけでは十分でないということです。

そこで、お腹の上に電極を付けるとどうなるかということですけども、胎児の心臓からの電圧が羊水や胎盤の中を広がって行きます。電極を適切な位置に置けば、うまく検出できますが、逆に電極の位置が悪いとなかなか測れません。母親の心臓は電極の外側にありますが、母親の心臓の電圧が強いので、胎



児よりも大きい電圧が出てきてしまいます。母親の心臓の影響が少なくなるように電極の 位置を定めようとすると、胎児の心臓の電圧が小さくなり、胎児が少しでも動くと測れなく なってしまいます。また、胎脂といいますけれども、胎児の皮膚の表面には油がくっついて きます。このような時期には羊水も多いので、ほとんど電圧が出てきません。電圧が取れないことがあるということで不安定です。

それでは、助産師さんがトラウベで聞いていた先ほどの方法の真似をして、おなかの上にマイクロフォンを置いたらどうかということです。十分性能の良いマイクロフォンを使えば胎児の心音を取り出すことができるのですけれども、周りで喋っている声などいろいろな音が雑音として入ってきてしまいます。



今示した4つの信号を比較すると、

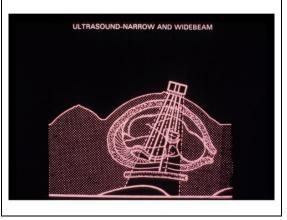
雑音として入ってきます。

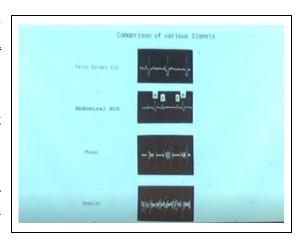
・胎児の頭に電極を付けて、胎児の心電を 直接取れば、このようにきれいな波形が得 られます。

の大動脈からの反射などいろいろなものが

- ・お腹の上に電極を付けて取れば、うまく 取れた時はこれくらいです。取れない時は 全然取り出せません。
- ・胎児心音、マイクロフォンではこのよう な波形が得られます。けれども、波形が少 し違いますよね。雑音が入りやすいので す。







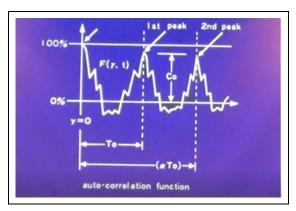
・ドップラーと書いてありますが、超音波の場合は心音よりもっと波形が複雑になります。しかし、これを音に直して耳で聞けば案外きちんと聞こえるのです。

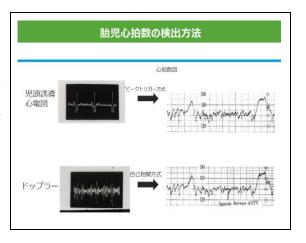
当時は、胎児の頭から直接取ったようなきれいな波形を、他の方法で安定して取るには、どのようにすれば良いかということが世界中での競争でした。

これは竹内先生が考えられた実時間のオートコリレーション、自己相関関数を用いる方法です。要するに隣どうしの波形がどのくらい似ているかということです。図から直感的に理解していただけると思いますけれども、ピークからピークを測ると複雑な波形でも周期成分が抽出できるわけです。この自己相関関数を超音波の検出波形に用いて演算すると非常にきれいな波形が得られます。

これが児頭から取った心電信号と超音波を用いて検出した複雑な波形を自己相関方式で処理したものとを比較した図です。ほとんど一緒ですね。このように、竹内先生が東大産婦人科に来られて、我々といろいろと研究開発した方式が世界の特許になりました。ヒューレットパッカード社の心拍数検出の心臓部分は日本発のシステムで、これが世界中に広がったということです。現在でもそういう状況です。

これは東大病院がもうすぐ 150 年になるので、その記念史ということで、各診療科の重要な研究テーマを3つずつ載せています。その中の一つに胎児モニターが選ばれました。竹内先生、穂垣先生、私の3名の名前が載っていて、世界中でこの胎児モニターが用いられるようになったということが書かれています。







これはヒューレットパッカード社の非常に有名な分娩監視装置です。この中に電子回路があります。記録計が半分くらいを占めています。後でペーパーレスが重要だということをお話しますが、このような装置は記録計がかなりの部分を占めています。この写真の装置は心拍数 127 と表示していますね。

現在、妊娠しますとお産までに大体 14 回 妊婦健診に通うことになっています。日本で は 14 回。世界で一番恵まれています。14 回 分の券をもらって産婦人科に行くと、ほぼ無 料で妊婦健診を受けることができます。アセ アン諸国では 4 回とか、国によって少ない。 アフリカなどではほとんど何もしないとい う所があります。ところで、「現在の日本の妊 婦健診で何を行っているか」と言うと、産婦 人科の病院に行って、この分娩監視装置を外 来で付け「赤ちゃんが元気ですね」とか、「お 腹が張っていませんね」などと言うことをし ています。他の検査はほとんど意味がないの

1974年 世界初「胎児モニター」日本で発明 〜東京大学産婦人科三大研究・開発〜 原量宏 (東京大学/現:香川大学) 竹内康人 (横河ヒューレットパッカード/現:香川大学)



です。もちろん、妊婦さんが貧血かどうかや血圧なども測りますけれども、一番重要なのは 胎児心拍数なのです。

私が香川医科大学、現在の香川大学医学部に来て、最初に行ったことは妊婦健診をこれだけにして、他は全部止めるということでした。それまで、明治時代からいろいろ伝統的な検査や妊婦健診の方法があったのですけれども、「これだけで行く」とやったところ、他の大学から「あんなことやって良いのか」、「危険ではないのか」、「成績下がったらどうなるのか」などと、さんざん言われました。しかし、頑張ってやっていたところ、こちらの方の成績が

良いので、今では日本中がこのようになっています。

妊婦さんのリスクが高いと 14 回どころではなくて、20 回ぐらい妊婦健診に通ったりします。赤ちゃんの発育が悪いと頻繁に大学に来なくてはなりません。小豆島などでは半日以上かけて通うことになります。そこで開発したのが、分娩監視装置の記録計の部分をなくして、電子回路だけにしたものです。測



定した胎児心拍数を 10分、20分、40分と IC カードに記録して、その記録データを音響カップラーで小豆島から香川大学の分娩室に電話をかけて送って来ていました。このようなものを 1980年に開発しました。これが四国新聞に出たときの写真です。

当時の電電公社、今のNTT は電話線に直接信号を入れることを許さなかったのですけれども、その後、モデムや ISDN 回線などができ、そういったものを使って直接信号を電話線で送ることができるようになりました。これによって使い勝手が良くなりました。





このように自宅から病院に胎児心拍データを送るというやり方を行っていたのですけれども、やはり将来はデータセンタ型になるだろうということで、データセンタに一旦送って、そこを見に行くという形にしました。これも1990年には既に考えていたことですけれども、将来、胎児心拍数をネットで送ることや電子カルテなどと連携することになると、何月何日にどの患者さんの妊娠週が幾つでとか、全てが分かっていなくてはいけないだろうということで、胎児心拍数の記録法の標準を定めることにしました。

すなわち、「胎児心拍データの前のヘッダー部分にどのような情報を書いておくか」と言うことを考えて、標準フォーマットというものを作りました。そして、これを産婦人科医会と日本医療情報学会に認めてもらいました。その頃は、他の産婦人科の先生から「何をやっているの」と、やっていることを理解してもらえませんでした。しかし、今、これ



によって世界中どこから送っても、「何月何日の誰の心拍数でどうこう」ということが分かるようになりました。

科学研究費などで作った胎児モニターが 右の写真です。重さが 2kg ぐらいです。香川 医科大学の教え子であり医局員だった先生 が妊娠したので、その先生にも使ってもらい ました。このような感じです。でも案外大き いですよね。そこで、「これをいかに小型化し ていくか」と言うことが重要でした。

その超小型、プチ CTG の開発コンセプト ですけれども、モバイルかつクラウド型にす る。国内外どこからでも胎児心拍数を送るこ とができるようにする。その心拍数はデータ センタ、クラウドのデータセンタ上に記録す る。すなわち、病院、産婦人科などの医療機 関でわざわざ記録・保管しなくても良いよう にする。これによって、電子カルテによるペ ーパーレス時代にあわせて記録用紙をなく せる。それから、電子回路を小型化して超音 波のトランスデューサ(センサ)の中に入れ る。要するに写真の装置をいらなくして、妊 婦さんのお腹に付けるトランスデューサに 全部の電子回路を入れてしまう。表示装置に 関しては最近のタブレット、iPad でも良い のですけれども、そういったものを使う。そ うしますと、非常に安価にできます。タブレ ットとトランスデューサの間はブルートゥ ースで接続する。電源にリチウムイオン電池

モバイルCTGの開発



超小型モバイルCTG(プチCTG)の開発のコンセプト

- 1) モバイルかつクラウド型とし国内外どこからでも胎児心拍数を送れるようにす
- 治児心拍数はデータセンターのサーバ上に記録する。
- 27 m7元が自みは) アピンターのアーバエに記録りる。 3 電子加ナアのペーパーレスの時代にあかせて記録用紙はなくす。 4) 胎児モニターは電子回路を小型化し、超音波トランスデューサ、陣痛トランス デューサのケースの中に入れる。 5) 胎児心拍数、子宮収縮の表示とインターネットへの接続は、市販のタブレット
- を利用する。
- 6) 超音波トランスデューサ、陣痛トランスデューサとタブレットの間はブルートゥース で接続する。
 7) 電源としてリチウムイオン電池を利用し、コードレスでの使用とする。
- (これにより、電力供給の不安定な発展途上国でも利用しやすくなる。)

この中で技術的に最も困難であったのは、胎児モニターの本体部分の電子回路 タル回路)を小型一体化し、超音波トランスデューサのケースの中に入れることで



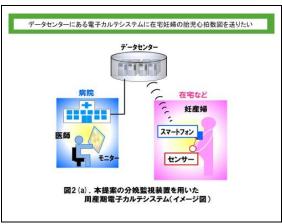
を用いる。要するにコードレスにします。と言うのは、JICA のプロジェクト等で外国に行 ってみると、電力事情の非常に悪い所があります。そこで、電池を使えば太陽光発電で充電 することもできますし、どこでも使えるようになるだろうということです。

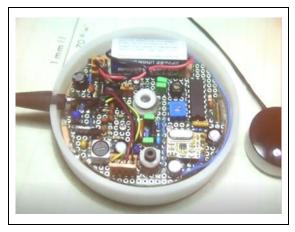
一番困難だったのは胎児モニターの電子回路の小型化でした。電子回路は超音波の発信 と受信をするアナログ回路と胎児心拍数を自己相関で検出するデジタル回路になります。 ブルートゥースの部分も同じようにデジタル回路なので、これらを一体化すると雑音など いろいろやっかいな問題が生じて難しいところがありました。そこをどうにかこうにか解 決して完成させたということです。

今申しましたように、妊婦さんに付けたセ ンサから胎児心拍をスマートフォン、あるい はタブレットを経由して、データセンタに送 り記録します。そして、産婦人科の先生はこ れを見に行って、必要なら自分のところの電 子カルテと連携します。最近の電子カルテは 電子カルテ自身がクラウドになってきてお り、クラウド内で連携ができるようになりま す。

これは竹内先生からスライドを借りてい るのですけれども、超小型にするための基本 部分です。右の部分が超音波の振動子です。 例えば 1MHz とか 2MHz の周波数の超音波 をこちらに送って、反射波をこの部分で波形 処理します。そして、自己相関の演算を経て、 この無線部分でタブレット等に心拍信号を 送ります。

昔、我々と一緒に研究開発していた会社を 含め、日本のいろいろな会社にこういうこと で「作りませんか」と声をかけたところ、「リ スクが高すぎる」とか「今はできない」とい うことでした。そうであるならば、大学と産 学連携の形でベンチャー企業を起こし自分 たちの手で作ろうと、2015年7月に尾形社 長がメロディ・インターナショナルを設立し たわけです。同時に竹内先生にも香川大学の 客員教授になっていただきました。





大学発ベンチャー「メロディ・インターナショナル」の設立

全く新しいコンセプトに基づく、しかも医療機器の開発はリスクが高い ためか、既存の企業ではなかなか取り組みにくい傾向がある。

そこで香川大学と産学連携の形で、新たにベンチャー企業「メロディ・ インターナショナル社(尾形優子社長)」を新たに(2015年7月) 設立した。

香川大学から、私と竹内康人客員教授(香川大学瀬戸内圏研究 センター、40年前横河ヒューレットパッカード社で分娩監視装置開発を 担当) が顧問として就任している)。

なお、 この二人は現在世界標準となっている分娩監視装置の基本原理の発 明者(1974年)でもある。

これは尾形社長と竹内先生と私です。もち ろんここにあるように、日本遠隔医療学会、 産婦人科医会、JICA などが直接的・間接的 にご支援して下さっています。我々が非常に 助かったものにメロディ・インターナショナ ルが入居しているネクスト香川の 1 階部分 に電波暗室があります。これは中四国で最も 優れた電波暗室です。同じ建物の中なので、 開発していて「どうかな」と思ってテストし たい時にも、会社がある3階から1階の電波



暗室に降りるだけでテストができます。非常にラッキーでした。大阪や東京辺りの電波暗室 は 1 年中予約でいっぱいです。しかも使用料が高く、さらに会社から遠いということです けれども、我々は同じ建物の中で空いていれば、少しの時間であってもすぐに使わせていた だけるということで、非常に速く開発することができました。これはとてもラッキーでした。

日本は周産期死亡率が世界で一番低い。そ の中でも香川県が日本で一番良いというこ とです。そこで、せっかくなのでプチ CTG の 製品化を香川県内で完結することにしまし た。「Made in Kagawa」です。最近のパソコ ンなどでは「Made in Tokyo」などと都道府 県の名前が付いているところがあるので、 我々も「Made in Kagawa」で行くことを大 きな目標にしました。

もちろん、0の状態から事業をスタートす

メロディ・インターナショナル社設立の基本方針¥

「香川県産業成長戦略」に則して、設計から製品化までを、周産 明死亡率が日本(世界)で一番成績のよい香川県で一貫して 担当し、「Made in Kagawa」のブランドを世界に向けて発信する ことを大きな目標とした。

ゼロの状態から事業をスタートするため、多額の研究開発資金を必要とした が、幸い以下の補助金を獲得でき、研究開発に専念することができた。

- ・香川県「成長のエンジンとなる分野創業支援補助金」 ・総務省「ICTイノベーション創出チャレンジプログラム(I-Challenge!)」 ・経済産業省「飛び斥世 Japan! 世界の成長マーケットへの展開支援補助金」
- ・経済産業省「商業・サービス競争力強化連携支援事業(新連携支援事
- 2018年5月に「プチCTG」の医療機器製造販売認証を取得 2018年6月に「香川大学発ベンチャー」に認定



るために多額の研究開発資金が必要でした。この点も非常にラッキーで、設立してすぐに香 川県から分野創業支援の補助金をいただくことができました。 それから、100 倍以上の競争 率と言われている総務省の「I-Challenge」、これは数千万円です。それから、経済産業省の 「飛び出せ Japan」、これも数千万円です。そういうことで、億以上の開発資金を得ること ができました。

ところが、いろいろな会社から「装置ができても医療機器認定はまず得られませんよ」と か、「医療機器を作っているところに相談しても、あまり相手にしてもらえないですよ」、「い ろいろなコンサルタントにお願いすると、莫大な相談料を取られますよ」などと言われまし た。しかしそこでめげずに頑張って 2018 年の 5 月に医療機器として認めていただくことが でき、今では、各業界、各企業から「どうして認定を得られたのですか」と言って聞かれる ような状況です。

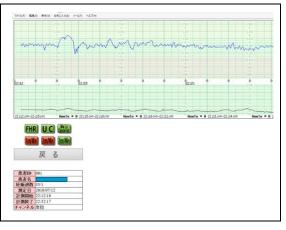
メロディ・インターナショナル株式会社には医療機器の認定より先に大学発ベンチャー

になっていただきたかったのですけれども、医療機器の認定が 1 か月早くなってしまいました。でも、大きな視点で見ると、医療機器の認定と香川大学発ベンチャーの認定はほぼ同時とも言えます。この大学発ベンチャーは比較的簡単になれるものと思っていましたが、そうでなくて、ある程度実績がないと認めてもらえないということでした。これらのことに皆さん驚かれています。我々も本当にラッキーだったと思っています。

完成した装置は二つのトランスデューサとタブレットだけです。「どのくらい性能が良いか」と言うことなのですけれども、私の次女がちょうど妊娠中だったので試してみました。去年の7月、妊娠35週、付け始めてから20分ぐらいの間に1拍のミスカウントもなくきれいに取れました。世界中の分娩監視装置、胎児モニターの中で一番性能が良いのではないかと思っています。父親のために一生懸命測ってくれたのかもしれませんが、このように毎日胎児心拍データを送ってきました。

妊娠中、波形がいつもこのようにきれいでしたら、胎児はほとんど難産になりません。 難産というか、難しいお産にならないのです。たとえばお臍の緒が胎児に絡まる場合などには、胎児が動いた時などに、ある特徴的なパターンが出てきます。そのパターンから胎児の状況を知ることができます。





医療機器の認証には臨床研究とか治験が必要です。岩手県遠野市や奄美大島、奥尻島といった所や、あといくつか、小豆島中央病院や亀田病院などでテストをしました。それと並行してタイ王国のチェンマイ、今年度からチェンマイ県のほぼ全域に適用して実証試験をしています。ミャンマーでもテスト的に取り組んでいます。南アフリカでもいくつかの病院でテストをしました。





この写真は小豆島中央病院です。このように動かして胎児の心臓の音がよく聞こえる所に置けば良いので、妊婦さん自身が行っても非常に簡単に測定できます。

次の写真は大学発ベンチャーに認定していただき、筧学長を訪問したところです。学長も プチ CTG を持ってくれました。宣伝になるのですが、さすがに安倍首相には「持って下さ い」と言うことができませんでした。





「プチ CTG によって胎児モニターがどのくらい小型化したか」と言うと、写真の1041Aという装置は12.5kgぐらいです。重いので台車に乗せているために15kg以上になっています。こちらのプチ CTG はその1/30から1/50の重さです。それぐらい画期的です。

それでは、先日、NHK が全国放送をして 下さいましたビデオをご覧ください。



ビデオの内容

- ・早産の可能性のある妊婦さんが自宅で毎日プチ CTG を用いて測定し、送られてきたデータを医療機関で診察に活用している事例。
- ・自宅でプチ CTG を用いて測定してもらい、きめ細かい診察に役立てている小豆島の 病院の事例。病院に届いたデータを医師がチェックし、すぐに妊婦さんに電話連絡し ており、妊婦さんは安心して自宅生活をしています。

先に松山の放送局が取材したいと言ってきたのですが、同じ時期に東京の NHK からも言ってきて、一気に全国放送になりました。松山の放送局は後日もっと膨らましたものを取材してくれるということになっています。

アセアン諸国の胎児、新生児死亡率、母体 死亡率は非常に高いのですけれども、アフリカも非常に高く、「アフリカへもこのような プロジェクトの推進が重要ではないか」と思っています。日本の妊婦さんの死亡率は 10 万人に5人ぐらいです。赤ちゃんは千人に3 人ぐらいが死亡するのですけれども、アフリカ、特にアンゴラなどは非常に高い。日本の100 倍近いですね。「これをどうにかしなくては」と言うことで、南アフリカに調査に行

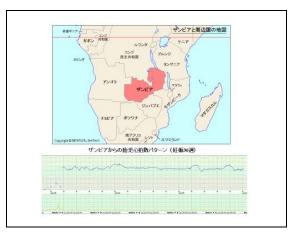


って、プロジェクトのお話をしたところ、非常に喜ばれ期待されています。



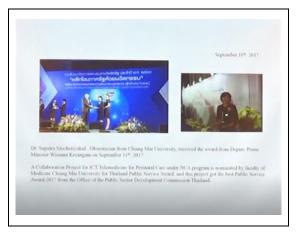


それから、和歌山医科大学の助産師さんで 非常に熱心な方がザンビアに時々行かれて います。今年も行かれるそうです。その助産 師さんが「この装置をぜひ使いたい」と言っ ているので、共同研究の形にして使っていた だこうと考えています。「ジンバブエやザン ビアなどから本当に電波が届くのかな」と思 ったのですけれども、非常にきれいに日本に 届きます。ですから、すぐに現地で使うこと ができます。



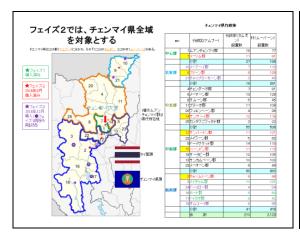
次にチェンマイのプロジェクトを紹介します。以前もお話したことがあると思うのです

けれども、これまでの3年間のプロジェクトの評判が非常に良くて、タイの首相府から表彰をいただきました。この方は副首相だそうです。中心になってプロジェクトに取り組んで下さっているチェンマイ大学のスパトラ先生が表彰されているところです。これを見て、「日本の政府ももっと関心をもってくれても良いのになあ」と思っていたところ、安倍首相に呼ばれて「ああ、良かった」と安堵しました。



チェンマイでの従来の取り組みですけれども、ここにチェンマイ大学があって、チェンマイ大学の先生が関係している 3 つのへき地の医療機関とのプロジェクトを 3 年間行いました。今年度からは新たにまた 3 年間のプロジェクトを行います。今度はチェンマイ県全体に広げ、24 の医療機関にプチ CTG を配布して使っていただき、チェンマイ県全体の胎児新生児死亡率を下げて行こうとする壮大なプロジェクトです。

ここはミャンマーですけれども、今後ミャンマーにも使っていただき、胎児新生児死亡率 を下げて行こうということで、今年度、調査事業を行っています。ここはチェンマイから行 くのに車で何時間もかかるという所であり、現地の人達に非常に喜ばれています。





「途上国ばかりではないか」と思われるでしょうけれども、次に途上国以外のお話をいたします。私はドイツのハイデルベルク大学に 1980 年から 2 年間留学していました。これまでに日本からハイデルベルク大学に留学していた人達が、昨年、京都大学に集まり、その中の代表として、なぜか私が選ばれ今日のお話の内容を発表しました。その時のことです。





この方はハイデルベルク大学の学長さんです。私の話を聞いて「すごく良いね」と言って下さっているところです。



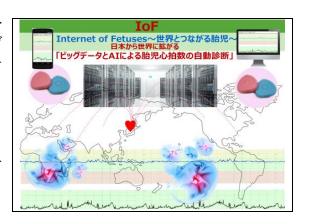
その後、約半年以上経ったところで、世界 各国からハイデルベルク大学に来た人達の 研究成果が、何十年か経った今、どのように なっているのかをまとめてくれました。

FORSCHUNG ALS BRŪCKE ZUR INTERNATIONALISERUNG (国際化の架け橋としての研究)となっています。「昔の研究が現在どのように国際化の橋渡しをしているか」と言うことのようです。世界で初めての胎児モニターが向こうの方にも気に入っていただいているということで取り上げて下さっており、非常にありがたいと思っております。

このように、アセアン諸国からアフリカ、 そして先進国にまで、これを普及させたいと 考えていますので、皆様、今後ともご支援を よろしくお願いします。

以上です。ありがとうございます。





「本城]

原先生、ありがとうございました。胎児モニターを小型化して、モバイル機能を付けクラウド対応にして、そして大学発ベンチャー企業ができて、最後のスライドに書いてありますように世界に展開して行こうというようなお話をしていただきました。

ご質問等がありましたら、お願いいたします。

「原〕

世界中から胎児の心拍数が集まって来たとしますと、膨大な数になりますので、今流行のビックデータと AI を図に入れておいたのですけれども、これらにもフィットするのではないかと思っています。心拍のパターンがきれいに出ますので、自動診断に非常に適しております。

「小林様〕

JICA 四国センターの小林と申します。どうも貴重なお話をしていただきまして、ありがとうございます。原先生はじめ瀬戸内圏研究センターの皆様には大変お世話になっております。途上国を対象にしたプロジェクトでは多大な協力をいただいております。

質問は2つほどあって、1つ目ですが、日本国内には島のような遠隔地や高齢化が進んだ地域があって、非常に有効なツールだということで紹介していただいたと思います。途上国ではむしろ病院とか医師自体が少ないので、「このようなシステムが国全体の規模で展開できるのかなあ」と勝手にイメージしているのですけれども、それが技術的に正しいかどうかということです。

もう一つは「途上国でのIT の環境や利用するための能力、制度面で医療機器として使えるのか、何らかの規制があるのか、そういった意味での調査を行ったことがあるのか」、これらについて教えていただければと思います。

「原〕

このようなプロジェクトをいろいろな所に説明する際に、途上国では「モバイルは使えるのか」とか、使えても「実際に現地の人がこのような IT システムを利用できる能力があるのか」というようなことをすごく心配されます。けれども、例えばミャンマーなどいろいろな所に行っても、どこでも皆スマートフォンを持っていますし、タブレットを持っている人もいます。家庭用の固定電話が普及していなくても、政府はモバイルの普及に力を入れています。そういうことで、この前、ミャンマーのネピドーまで行ったのですけれども、ミャンマー政府はタブレットを医療関係者全員に配っていました。ところが、配ったもののコンテンツが何もなくて、「何か良いアイデアがないか」と言うことでした。ネピドーに行った時に、「私は妊婦さんの胎児が大事だと思うのですけれども、お爺さんお婆さんの心電図を送ったりすることも簡単ですから」と言うことで、遠隔医療のお話もしてきました。

データセンタなどをミャンマーで作るのが大変だとすれば、「クラウドで利用できるので、スタート時点は日本のデータセンタを使ったらどうか」と言ったお話もしてきました。国によっては自国民のデータは国境を超えさせたくないという国もあるし、あまりこだわらない国もあります。一旦でき上がったシステムですから、我々のものは新しい国へ普及させる時に、それほど莫大なお金が要りません。富士通など一流の大手企業は高いことを言いますけれども、我々のものはそれほど高くないので、ぜひアジアやアフリカなど、ミャンマーも含めてですが、ご支援いただければと思っています。よろしくお願いします。

あと、人材育成がすごく大事なので、人材育成プログラムも香川大学としてはウエルカムです。ぜひ、よろしくお願いします。

[本城]

そのほかにございませんでしょうか。

小豆島の方でプチ CTG を妊婦さんに渡して、妊婦さん自身が当てて、回線で送っていますよね。それは病院が妊婦さんに貸し出しているのですか。

[原]

現在、病院がリスクの高い妊婦さんに貸し出しているという形です。すべての病院がそうです。妊婦さんに買ってもらうのではなくて、医療機関が買って渡すか、あるいはゆくゆくはレンタルとかリースになると思います。どこかの保険会社や何かが担当してリースという形が一番自然かなと思っていますけれども。

「本城〕

そうですね。

「原〕

そうすると何回も使えますので。

「本城〕

リスクのある患者さんにだけ、そのように貸し出しているということですね。

「原〕

私は本来全員に使っていただきたいのですけれども、初めから全員に配ることが難しいので、リスクの高い妊婦さんにできるだけ使ってもらいたい。本当にリスクが高い妊婦さんは皆入院しますけれども、そこそこのリスクの妊婦さん、血圧が高い、以前早産になったとか、そういった方々に使ってもらっています。我々産婦人科医は「どの場合にリスクが高いか」といったことが分かるので、そういう方を選んでいます。都会では女優さんのように妊婦健診に行き難い人にも使います。

[本城]

そうですね。

「竹内様]

原先生、悠仁親王殿下のことをちょっと。

[本城]

紀子妃殿下の子供様でしょうか。

「竹内様]

はい。

[原]

雅子妃殿下と紀子妃殿下に使っていただきました。あの時は主治医が先輩と後輩でした。 それで電話がかかってきて、「雅子妃殿下の妊娠、やはり心配だから使いたいのだけど」と。 その時は胎児心拍モニターが開発中で、まだ医療機器として認められていませんでした。 「うまく行かなかったらどうしよう」とすごく不安でした。

住まわれているのは東宮御所です。そこの電波を調べに行くなどいろいろなことをしました。その頃はアンテナがもう少し大きな DoPa という方式で電波を確実に拾えるようなタイプでした。だんだんモバイルネットワークが進み、さらに小型化してきて、今では中のカードを取り換えるだけで、チェンマイでもどこでも、世界中どこでも使えるようになりました。インターネット網も普及してきましたので、送り先の IP アドレスが分かっていれば、世界中に送ることができます。日本のサーバ向けに送れば日本のサーバ。チェンマイ向けに送ればチェンマイのサーバにというように。その昔、我々が音響カップラーで送っていた時代に比べたら、あまりにも進み過ぎているぐらいですけれども、想像していたとおりになっています。

あとペーパーレスにするということは、今の産婦人科医療の中で非常に重要です。あらゆる病院が電子カルテ化していく中で、記録用紙だけが残ってもしょうがありません。香川医科大学の頃は記録用紙を保存するだけで、そのうち、この会場全体ほどが記録用紙でいっぱいになってしまうのではないかと思うほどでした。記録は訴訟になった時になければ負けてしまうのです。「何か怪しいので記録を捨てたのではないか」と疑われます。そこで、このようなクラウド型にしますと、記録用紙を一切保管していなくても、「記録を出してね」と言うとパッと出すことができます。そういう意味でも、我々のシステムが普及することを期待しています。

[本城]

紀子妃殿下も使われたのですね。

「原〕

はい。東宮の中からでも使いました。

「本城〕

他にございませんでしょうか。

「波多野様]

JICA 四国センターの波多野です。ご説明どうもありがとうございました。

今回、グローバル展開ということが一つの主題だったのですけれども、日本国内の展開というところで、プチ CTG が昨年の5月に医療機器に認証され、大学発ベンチャーが認めら

れ、今、内閣府や経産省、総務省も支えて行こうということで進んでおります。ICTを世の中に広げて行こうという動きの中で、この1年、あるいはこれから2、3年の遠隔医療、K-MIX も含めて国内の展開の可能性や動きについて、何かあれば教えていただければと思います。

[原]

基本的に国内の固定用の分娩監視装置はもう飽和状態です。日本中の医療機関に複数台 あります。そこで、去年4月からオンライン診療に診療報酬が付いたりしている中で、オン ライン診療で一番難しいのは妊婦さんなので、そこにうまく繋いで行ければと思っていま す。ただし、妊婦の遠隔診療に診療報酬がまだ付いていないのです。今、総務省のお役人や 自見花子参議院議員などが、診療報酬が付くよう積極的に動いて下さっています。ただ、本 音で言いますと、大きい声で言えないのですが、今まで私費の妊婦健診に診療報酬が付くと、 かえってやり難くなるということもあるのです。と言いますのは、遠隔診療が小豆島や岩手 県、奥尻島等で行うことができたのは「私費だから比較的自由に行える」と言うことです。 診療報酬を付けるのだったら、「こういうのでよろしいでしょうか」とか、いろいろかえっ てやり難い点があるのです。それから、産婦人科医は診療報酬が付いていなくても、その分 「こっちでちょっと分娩費を1万円高くすれば良いや」とかできるわけです。お産の場合、 東京の有名産科病院などでは 100 万円以上の所があって、2、3 万円高くなってもあまり問 題にならない。どんぶり勘定ができるところがあるので、診療報酬がきっちり付くと、まじ めな先生ほど柔軟な対応ができないのです。「これは診療報酬が付かないからやるのを止め る」なんて言う先生がいるのです。例えば、胎児の超音波診断は5,500円ぐらいです。そう すると、病名が付けばやるが、付かなければやらないというまじめな先生がいます。私は付 く場合にはもらう。付かない場合はただでも良い。朝から電気を入れっぱなしですから、電 気代も問題になりません。「ちょっとやっても良いのでは」と言っても、固い先生はやらな い。この胎児モニターも妊娠中、何回かは診療報酬が付きますが、実際にかかる経費は紙代 だけなので、香川医科大学では、ずっと全てに使っていましたけれども、他の大学は「どう やってお金を取るの」と言ったりしていました。私費であれば「少しだけ高くしとけば良い のではないか」と思うのですけれども、いろいろな先生方がおられます。

[波多野様]

ありがとうございました。

「金川様]

香川大学地域産業化連携室の金川と申します。いつも素晴らしい話をありがとうございます。2点質問があります。

1 点目ですが、ビックデータとして解析するということは非常に素晴らしいと思います。

既に何か解析のようなことをやろうとしているかどうかということ。そして、やろうとしている場合に、単なる心拍のデータだけでなく、それプラス、その後に胎児がどうなったのかということを電子カルテなどのデータと紐付けることが必要になるだろうと思いますけれども。そのことについて、なにかデータ取得のような、承諾のようなことが仕掛けとしてできているのかどうかということ。

もう 1 つは遠隔でデータを取る場合、何か異常を発見した時に、処置のようなことが必要になってくると思うのですけれども、緊急を要するものについては、離島などでは間に合わないと思います。そういうことはないのでしょうか。案外ゆっくりした形で対処できるものなのでしょうか。

「原〕

まず第1点の AI というか、自動診断ですね。これに関して AI とか称する前から長い歴史があって、「胎児心拍数がこう下がる」、「子宮収縮に比較してどう下がるか」とか言うようなことが長くやられています。ただ昔のやり方なので、今、新たに考えるとすると、「もうちょっとやり方があるかな」と言う状況です。心拍数だけでできるのですけれども、そこに妊婦さんの血圧とか胎児の大きさなどいろいろな情報を入れて行けば、さらに正確な診断ができるのです。と言うのは、例えば血圧の高い妊婦さんだと妊娠高血圧症候群と言いますけれども、胎盤へ行く酸素の濃度が、濃度というか酸素分圧が低くなって、徐々に徐々に胎児の発育が悪くなって行く場合、どのようなパターンになるとかいったことがだいたい分かっているのです。動物実験でもいろいろ分かっていますので、そういうことが診断できるのですけれども、AI で行った場合に、後で、誤診で「これどうだったの」と言われるところが問題なのです。医療の AI にはそれがあって、いろいろな発表で、「AI の方が肺癌の発見率が良いよ」とかありますけれども、「じゃあ責任をどうするのか」などの問題が出てきてしまいます。今の医療機器としてのソフトウェアは、「最後は医師が見て判断するのだよ。その参考資料だよ」と言うことで逃げているのです。しかし、怪しいのを自動でリストアップするということは問題なくできます。

それから、もう1点は何でしたか。

[金川様]

遠隔の場合、処置が必用な時に間に合うかどうかということです。

[原]

妊婦さんの場合、胎児が徐々に悪くなっていくパターンとお臍の尾が絡まって急に胎児が悪くなる場合があります。徐々に悪くなる場合はこのような装置で見つけ易いですし、そういった兆候があれば、病院に来ていただくなど対処することができます。一方、お臍の緒が絡まって急に胎児がおかしくなるという場合には、胎児モニターがなければ、先週病院に

来た時には赤ちゃんが元気だったけれども、1 週間後に来たら体内胎児死亡になっていたという場合があります。ですから、このような装置で見付けることができるかどうかということになるわけです。さっき言いましたように、胎児モニターを見ると、「お臍の緒が絡まっているな」と言うことはある程度予想が付きます。その時点で適切な対処をすることで、一気にお臍の緒が絡まってお腹の中で胎児が死亡するというのはまずないと思います。それからもう 1 点。胎盤が突然剥がれて胎児が死亡する場合もあるのですけれども、それも本当は徐々に兆候が表れるので、胎児モニターを使っていれば見つけられると思います。

「金川様〕

どうもありがとうございました。

[本城]

他にあるかと思いますけれども、時間がまいりました。原先生どうもありがとうございました。