

Table 8. Definitive diagnosis and discrepancy

Case	Age at definitive	Definitive diagnosis	discrepancy between tele-diagnosis and definitive	Course
1	2	CAVC (typeC), PDA, PH	None	elective PAB
2	7	TOF, RAA	None	follow up in hospital
3	2	Riso, Dex, MA, VSD, TGA, CoA, PDA, TAPVC cardiac, BitSVC, AORSCA, PH	Riso, TAPVC cardiac, BitSVC, AORSCA	elective EDA & PAB
4	5	VSD, PH	None	out patient clinic
5	2	critical PS, PDA, ASD, PH	None	urgent PTPV
6	2	TAPVC mixed (1a+2a)	TAPVC cardiac (2a)	follow up in hospital

CAVC=common atrioventricular canal, PDA=patent ductus arteriosus, PH=pulmonary hypertension, TOF=tetralogy of Fallot, RAA=right aortic arch, Riso=right isomerism, Dex=dextrocardia, MA=mitral atresia, VSD=ventricular septal defect, TGA=transposition of great arteries, CoA=coarctation of aorta, TAPVC=total anomalous pulmonary venous connection, BitSVC=bilateral superior vena cava, AORSCA=aberrant origin of right subclavian artery, PS=pulmonary stenosis, ASD=atrial septal defect, PAB=pulmonary artery banding, EDA=extended direct anastomosis, PTPV=percutaneous transluminal pulmonary valvuloplasty

表1 対象新生児のプロフィール

症例数	19例
男児／女児	10例 (53%)／9例 (47%)
新生児入院日齢	全例0日
胎児心エコー疑似遠隔診断	30.8 ± 3.9 週
出生週数	38.0 ± 1.8 週
出生体重	2552 ± 664 g
帝王切開	11例 (58%)
Apgarスコア 1分値	7.7 ± 1.5
Apgarスコア 5分値	8.3 ± 1.0

表2 胎児診断と出生後診断

症例番号	胎児心エコー疑似遠隔診断	出生後確定診断
1	Truncus	Truncus
2	TOF	TOF
3	VSD2	VSD2
4	TGA1	TGA1
5	HLHS	HLHS
6	DORV PS	TOF
7	Truncus	Truncus
8	PAIVS	PAIVS
9	TOF AVSD	TOF AVSD
10	TGA1	TGA1
11	DORV	TOF
12	TGA1	TGA1
13	cPS Ebstein	cPS Ebstein
14	PSvalv	PSvalv
15	TGA VSD CoA	TGA VSD CoA
16	AVSD	AVSD PDA
17	AS CoA	HLHS
18	DORV TBA hypoAo	DORV TBA CoA
19	HLHS	RISO HLHS

厚生労働科学研究費補助金（地域医療基盤開発推進総合研究事業）
分担研究報告書

遠隔診断における送信側施設の問題

最終年度分担研究者 賀藤 均 国立成育医療センター循環器科
前分担研究者 石沢 瞭 前国立成育医療センター第一専門診療部長
前分担研究者 磯田貴義 前国立成育医療センター循環器科
研究協力者 金子正英 国立成育医療センター循環器科
金 基成 国立成育医療センター循環器科
佐合治彦 国立成育医療センター周産期診療部長
河村誠次 亀田総合病院小児科部長

【研究要旨】

（平成 18 年度）リアルタイム心エコー動画像による遠隔診断を行うにあたり、新生児重症先天性心疾患を一次的に扱う病院が遠隔診断に参加する場合どのような問題点を抱えているかについて、アンケート調査を行った。

超音波機器を小児科で専用に使っている施設は限られていたが、回答のあった全 17 施設とも心臓超音波検査が可能な機器が院内に設置されていた。70%の施設で汎用機器を心臓超音波検査へ使用していた。大多数の施設で心臓超音波検査による初期診断と治療方針の決定を独自に行っていたが、その過程で多くの施設が専門家に早期のコンサルトができないことについての不安を覚えていた。そして、リアルタイム遠隔診断への参加について肯定的な意見が多くみられた。

遠隔診断の需要は十分にあり、通信の安定性および遠隔診断の有効性が検証されること、遠隔診断側の体制が築かれることにより、今後の発展が期待される。

（平成 19 年度）若手一般小児科医の状況および彼らが抱える問題点についてアンケート調査を行った。彼らの多くが先天性心疾患の心エコー検査経験が乏しく、その診断能力にも不安を覚えていることから、遠隔診断の重要は高いと考えられた。彼らの基本的なエコー機器操作や基本心エコー断面に関する知識は一定のレベルにあったが、コンピュータやインターネットの扱いに関する不安を感じていた。マニュアルや体制の整備等を充実させること、初期臨床研修においてエコー機器の扱いについての教育を充実させることにより本遠隔診断の今後の発展が期待される。

(平成 20 年度)

(背景) 最近の小児循環器疾患領域の進歩により、重症先天性心疾患の早期診断及び早期の治療的介入の重要性は、従来に増して強調されている。しかし、小児循環器病学を専門とする医師は少ない。加えて、新生児期に重症先天性心疾患手術の可能な施設は、さらに少なく、各都道府県に 1 カ所というように分散されていない。このように、新生児の重症先天性心疾患患者は、出生後直ちに十分で的確な治療介入が必要なにも関わらず、出生場所と治療可能な病院が遠く離れていることが多い。かつ、いつ搬送するのが適当かも重要な予後規定因子であり、その判断は、小児循環器専門医以外には困難なことが多い。

(目的) 先天性心疾患新生児の的確な診断が、通常のインターネット回線を介して動画像を送信することにより、遠隔診断が可能かどうかを検討することを目的とする。

(方法) 送信側病院にある超音波診断装置(ALOKA 社製 SSD- α 10)からデジタル動画像を出力し、そのデジタル信号を DVD リコーダ、暗号化システムを介して一般用のインターネット光回線に送る。受信側はインターネット回線で送られた信号を汎用パソコンのディスプレイで観察した。受信された動画像を質を小児循環器専門医 3 人で評価した。

(結果) 2 人の新生児で遠隔診断による画像解析を試み、2 人で問題なく動画像を送受信できた。動画像の質は、全く問題なく、カラードプラ法でも問題なく、あたかも自分で検査を行っている画像と同等であった。施行した 1 人の新生児は機能性雑音であった。他の 1 人は動脈管開存症であった。その後のフォローでも同一であった。

(考察) フルデジタル動画像送信システムには、インターネット回線への送信可能な信号変換やセキュリティ保全の為に暗号化システムを必要とする。今後は、これらを安価に実現できるシステムの開発が必要である。今回使用したシステムでは秒間 30 コマでの送信が可能であるが、心拍数の速い新生児での心臓でも問題のない断層エコー図、カラードプラ図を得る事ができた。送受信相互の会話は携帯電話で行ったが、今後は、ヘッドセットトーキングレシーバで行うと便利である。大きな問題としては送信側病院での超音波検査を行う医師または技師の技術の向上を計る必要が必須と思われる。

(結論) 送信側の超音波診断装置から受信側のパソコンまですべてフルデジタル動画像転送システムによる新生児心臓の動画像の質には、診断する上で問題のない質を有していた。

【背景】

先天性心疾患は出生100人に対しおよそ1人の割合で発生する奇形であり、最も頻繁に小児科医や産科医が遭遇する疾患の一つである。先天性心疾患の診断には、超音波検査（以下心エコー）が必須で、最も重要なツールであることは論を待たない。しかし、心エコーによって先天性心疾患の診断を行える小児循環器専門医の数は極端に少ない。加えて、1歳未満の心臓手術が可能な病院は、日本では限られており、重症先天性心疾患の乳児の場合は、手術可能な病院へ搬送しなければならない。地域によっては搬送先病院が他県はまたがる場合も多く、不確定、不正確な診断のままでは、家族への説明や搬送後の家族の負担を考慮すると、安易な搬送は社会的に不可能であるし、小児循環器専門医以外の医師にとっては先天性心疾患の診断は非常な重荷となり、大きなストレスである。また、搬送先病院においても、搬送されてくるであろう乳児の先天性心疾患の重症度によっては入院病棟の手配、手術準備、人手の確保など

【目的】

本研究の目的は、安価で既存のコンピュータシステム、ソフトウェア、およびインターネットを利用して、新生児医療施設あるいは地域病院と小児循環器診療中核病院である国立成育医療センター間で、先天性心疾患に対する診断能力に秀でたリアルタイム

の仕事をもって行っておかなければならない。以上から、小児循環器専門医でない医師が、自分が勤務する病院に先天性心疾患を疑う新生児が出生した場合に、気軽に双方向性で会話をしながら、かつ心エコーの画像を転送して小児循環器専門医に相談ができるシステムが存在することは患者である新生児の診療に大きく貢献できることは明白である。かつ転送できる画像が動画であるなら、心エコーによる診断の正確度は一層高くなる。

言うまでもなく、現代は、インターネット無しでは情報、経済、日常生活を含めた全てが一瞬にして停止してしまう程の情報化社会である。インターネット回線による動画の転送も容易かつ画質も上昇し、動画専用配信サイトが一世を風靡している昨今である。

このように、インターネット回線を使用して、安価に動画を転送できるシステムを応用できる社会的基盤が存在することから、新生児心エコーの動画画像の遠隔診断の現実のものとなる可能性が大きくなった。

心エコー動画画像を用いた正確な遠隔診断を行い、これに基づく迅速で適切な初期治療を安定した状態での専門医療施設への搬送がもたらす新生児重症心疾患の予後の改善、費用対効果、遠隔診断に必要な器材と画像の質を分析することである。さらに、これらの分析から得られるエビデンスに基

づいた、実現可能な“新生児心疾患救急診療システム”確立に向けた提起を行うことである。

その前提として、まず、対象となる新生児重症心疾患を一次的に扱う病院が、このシステムに参加するとした場合に、前提としてどのような問題点を基礎的に抱えているかを把握しておく必要がある。平成 18 年度では、現在、地域中核病院が新生児心疾患の診断に際して抱えている問題について明らかにし、遠隔診断を行う上での

【研究方法】

(平成 18 年度)過去に国立成育医療センター循環器科と交流のあった基幹病院を対象に、資料 1 のアンケートを送付し、その回答について解析した。アンケート対象病院の内訳はした下図のとおりで、主として東京圏の病院

問題点を明らかにすることを目的とした、平成 19 年度はリアルタイム心エコー動画像の実際の送り手になるであろう一般小児科医の心エコー検査やコンピュータ・インターネットに関する知識に関して、遠隔診断を行う上での問題点を明らかにすることを目的とする。平成 20 年度は、実際に動画像の送受信について

インターネット回線を使用しての遠隔診断システムの構築を目的とした。

が対象となったが、少数が党員から距離のある病院を含んでいる（福島県 1 病院、静岡県 1 病院）(図 1)。

図1：病院の分布



アンケートは各病院の扱う新生児心疾患の数、エコー機器について循環系診断に使用できるものの有無、先天性心疾患の診断の経験、先天性心疾患を扱う場合の基本方針、遠隔診断につい

て関心の有無、その他の質問事項についてであった（図2）。アンケートを送付した病院は全部で21病院であり、17病院から回答を得た。送付された結果について項目別に検討を行った。

図2：アンケート内容

<アンケート回答用紙>

ご施設名()

お名前()

該当する項目に○をつけてください。

1、貴施設内での先天性心疾患の出生の経験はありますか。

()ある(昨年の症例数 およそ 例)

()ない

2、エコーマシンについて

()ある[機種について()心エコー専用、()汎用、()カラードブラあり]

()ない

3、エコーマシンで先天性心疾患の診断の経験はありますか。

()ある

()ない

4、先天性心疾患が疑われた場合の診療方針は

()直ちに専門施設に送る。

()心エコー検査等で、ある程度以上の診断をつけてから専門施設へ送る。

()専門家に往診を依頼する。

()自施設で診断をつけ、緊急と判断した例はただちに専門施設に送り、症状が
んはいか、軽い例はしばらくフォローする。

()その他(具体的に

5、先天性心疾患の診断と治療で困ったことはありますか。

- あり
 近くで診てくれる専門家がない
 その他(具体的に)
 ない

6、インターネットを用いたりリアルタイム心エコー動画像による診断をどう思われますか。

- よくわからない
 興味がない
 是非参加したい
 参加したいが適切なエコーマシンがないので参加できない
 その他、具体的に(

7、その他遠隔診断に対するご意見をお聞かせ下さい。

(平成 19 年度) 国立成育医療センターの総合診療部および手術・集中治療部において研修中であるレジデント医師を対象としてアンケート調査を実施した。アンケートの内容は、各医師の臨床経験、小児心エコー図検査の経験および検査能力の自己診断、過去

の重症先天性心疾患の臨床経験、コンピュータ・インターネット接続に関する知識についてのテストである。30名の医師より回答を得て、その結果について項目別に検討を行った。詳細は次ページ以降に記載した(図3)。

<第1部>

(1) あなたの下記分野における経験年数をお教えてください。

トータル () 年

うち小児科 () 年、新生児科 () 年、

小児循環器科 () 年、小児科以外 () 年

(2) 下記の心エコー検査に対するあなたの経験はどの程度ですか？

*およその目安として 多くの(50例以上)、多少(20~50例程度)、あまり(20例未満)、まったく(0例)程度とお考え下さい。

新生児 (1. 多くを経験・2. 多少経験がある・3. あまり経験がない・4. まったく経験がない)

川崎病 (1. 多くを経験・2. 多少経験がある・3. あまり経験がない・4. まったく経験がない)

先天性心疾患 (1. 多くを経験・2. 多少経験がある・3. あまり経験がない・4. まったく経験がない)

心機能評価 (1. 多くを経験・2. 多少経験がある・3. あまり経験がない・4. まったく経験がない)

(3) あなたの新生児先天性心疾患の診断能力について最も近いと思われるものをお選びください。

1. あらゆる疾患についてほぼ正確に診断し危急の心疾患に対し対処する事ができる。

2. すべての疾患についての正確な診断は困難であるが、危急的(ただちに治療開始が必要)な心疾患かどうかは判別できる。

3. 基本的な疾患についての診断はできるが、危急的疾患であるかどうかを判別できるかについての自信はない。

4. 基本的な診断、危急的疾患かどうかの判別のいずれも自信がない。

(4) あなたは一般病院(小児循環器科医のいない病院)で、小児科医として

図3 平成19年度アンケート-1

勤務された経験はありますか

1. ある
2. ない

以降一般小児科医としてのご経験があるとお答えになった先生方に伺います。

(5) 勤務病院での産科のおよその状況について伺います。

1. 産科があり、分娩数は()人程度であった。(100人単位でお答え下さい)
2. 産科はなかった

(6) 病院の小児科の体制はいかがでしたか。

小児科医は総数()名で小児循環器の経験のある医師が()名いた。

(7) 新生児先天性心疾患について先生方のご経験についてはいかがでしょうか。

1. 結果として生後二週間以内に緊急対応が必要な危急の先天性心疾患を経験した。
2. 先天性心疾患は経験したが、危急の症例ではなかった。
3. まったく新規の先天性心疾患は経験しなかった。

(8) (7)の危急の先天性心疾患をご経験の先生に伺います。このような症例への対処はどのようになったでしょうか。

1. 自分自身で初期対応が可能であり困った経験はない。
2. 自分自身では対処に困った経験があるが、上級医への consult で院内解決した。
3. 困った経験があり院内では解決できず、電話での consult や往診を依頼した。
4. 全く状態がわからず他院へ搬送した。
5. 対処が十分でなく失ったり、重度の障害を残した経験がある。

(9) (8)で5.の経験のおありの先生に伺います。どのような心疾患だったでしょうか。

図3 平成19年度アンケート・2

<第2部> 「§1 研究の概要」をお読みにになりお答えください。

(10) 今回のシステムについて伺います。まず、心エコー機器の操作について。

一般的な心エコー機器の操作について以下の項目についてどの程度ご自分で操作が可能か教えて下さい。

①プローブの選択

1. できる 2. 自信がない 3. 質問の意味がわからない

②Bモードの描出とゲインの調節

1. できる 2. 自信がない 3. 質問の意味がわからない

③Bモードの深度の変更

1. できる 2. 自信がない 3. 質問の意味がわからない

④カラードップラーの流速の変更

1. できる 2. 自信がない 3. 質問の意味がわからない

⑤パルスドップラーの使用

1. できる 2. 自信がない 3. 質問の意味がわからない

(11) エコーからのビデオ信号のアナログ・デジタル変換器への入力、さらにコンピュータへの入力について（マニュアルがあると仮定します）

1. おそらくできる
2. やってみるが自信がない
3. 意味がわからずやる気になれない

(12) セキュリティーの点からインターネットへの接続は、電子カルテシステムなどのイントラネットを介してはできません。このため病院側に交渉して、別個に回線を用意する必要があります。

この点について伺います。このような作業を行うとしてどうお感じですか。（病院個々の状況によると思いますが、印象で結構です。）

1. 病院側への交渉をすることができる
2. 病院側への交渉に心理的困難を感じる
3. 全く内容がわからないため手をつけられない

図3 平成19年度アンケートー3

(13) コンピュータからインターネットの接続についてお伺いします。(9)の別個回線が得られたとして、インターネットへの接続についてはご自分で可能でしょうか。

1. おそらくできる
2. やってみることはできるがトラブルがあった場合の解決は困難
3. 自分ではやる気になれない
4. 全くできない

(14) システム全体を概観して、このような方法での遠隔診断があなたにとって実行可能か、以下からお選びください。

1. 実行可能である。
2. マニュアルがあれば何とか実行可能である。
3. 実行は困難である。

(15) 次にシステムが確立されたとして質問申し上げます。インターネットを介して新生児心エコーのリアルタイム動画を転送し、小児循環器医に consult を行う本システムに関してどのように思われますか。

1. 自分にとっても役に立つ。
2. 自分にとっては役に立たないが、一般的には役に立つと思う。
3. 役に立たない。

(16) 本研究における問題点があるとお感じの場合、それについてご自由にお書きください。

(17) 本研究に対する感想やご意見についてご自由にお書きください。

図3 平成19年度アンケートー4

<第3部>

(10) 心臓超音波の基本断面についての知識をお尋ねします。次ページの図1～6の超音波画像は、それぞれ下図のどの場所にプローブをあてると得られるか記号でお答えください。

(他の資料を見ずにお答えください。分からなければ空欄のままで結構です。)

「凡例」 LV:左心室 RV:右心室 LA:左心房 RA:右心房 Ao:大動脈 PA:肺動脈 PDA:動脈管 mPA:主肺動脈 dAo:下降大動脈 AoA:大動脈弓

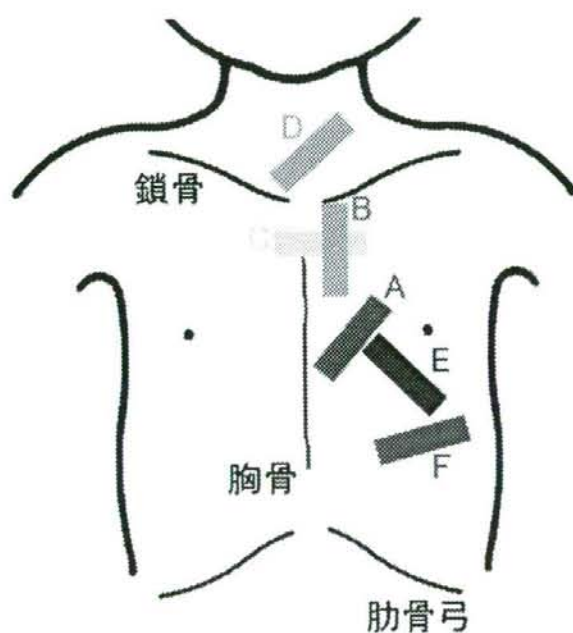


図3 平成19年度アンケートー5

図1

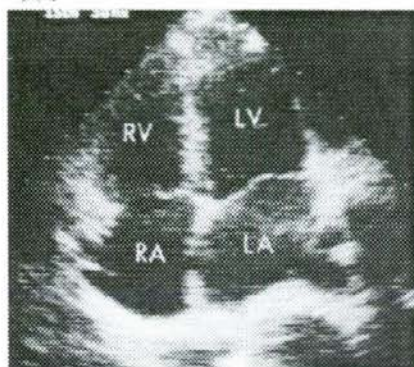


図2



図3



図4

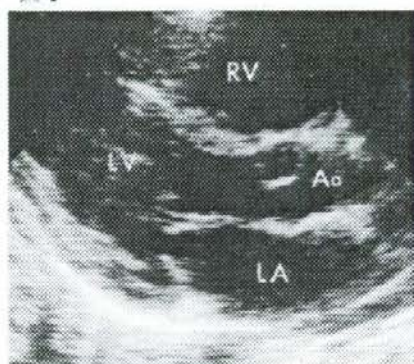


図5

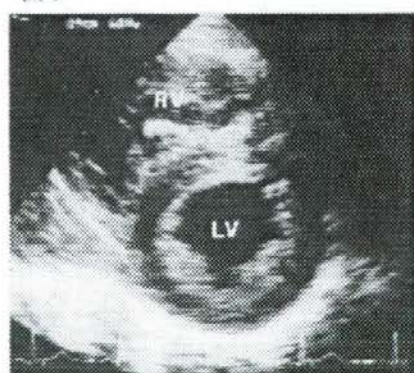


図6



図3 平成19年度アンケート-6

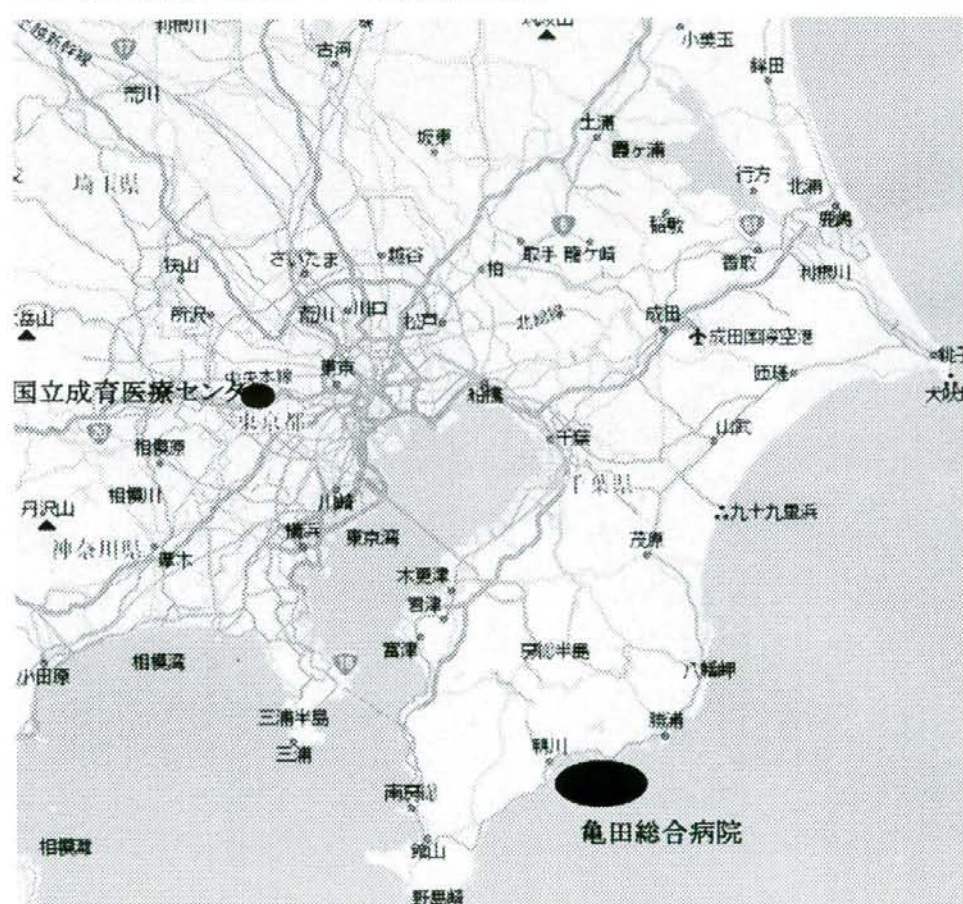
(平成 20 年度)

1、遠隔画像転送のシステム構築

① 実際に新生児の心エコーを実施する協力病院を亀田総合病院にお願いした。動画像受像側の病院を国立成育医療センターとした。亀田総合病院は千葉県鴨川市にあり、国立成育医療センターは東京都世田谷区（神奈川県川崎市に近い）に立地する。亀田総合病院

のある鴨川市から国立成育医療センターまで電車を利用した場合、約3時間を要する。また、救急車での搬送には約2～3時間を要するほど、この両病院は離れた地域に存在する（図4）。検査については保護者に十分説明し、インフォームドコンセントをとった。

図4：国立成育医療センターと亀田総合病院



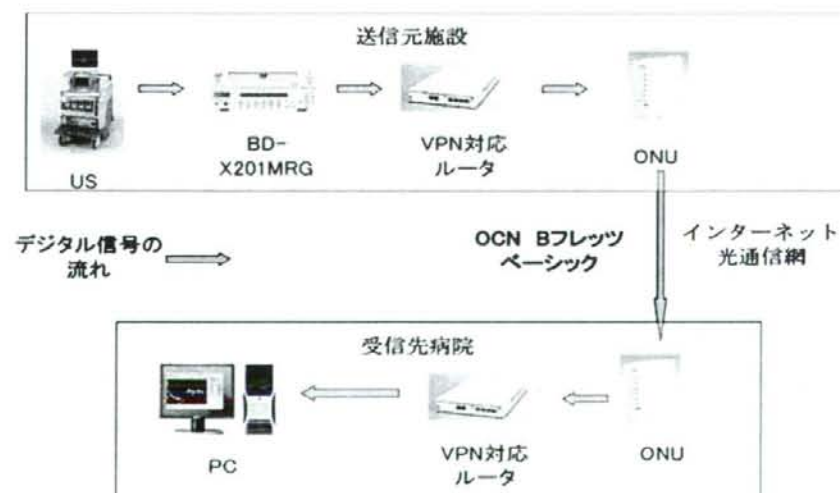
② 動画像の流れは下記のシステムで構成した(図5)。

i) 亀田総合病院の超音波検査室に設置されている超音波診断装置(ALOKA社製、SSD- α 10)のデジタル映像出力端子とDVDレコーダー(日本ビクター社製BD-X201MRG)デジタル映像入力端子を接続する。ここで、インターネット回線で送信可能なデジタル信号へ変換させる。次にDVDレコーダーのLAN端子をVPN対応ルータ(NEC社製)LAN入力端子に接続する。これによって送信するデジタル信号の暗号化を行い送信データのsecurityを確保することになる。VPN対応ルータのLAN出力端子をONU(Optimal Network Unit)に接続し、NTT光回線(OCN光アクセスIP1:Bフレッツベーシ

ックタイプ)のインターネット回線と接続する。

ii) 国立成育医療センター病院の超音波検査室へNTT光回線(Bフレッツベーシック)によるインターネット光通信回線を設置した。回線とONUを接続する。ONUの出力LAN端子を亀田総合病院で使用した同型のVPN対応ルータ(NEC社製)入力端子にケーブルで接続した。VPN対応ルータでは受け取った暗号化されたデジタル信号を元の信号に戻す働をしている。VPN対応ルータのLAN出力端子と観察用コンピュータ端末(Mac Book)へ接続し、ディスプレイで送られてきた画像を観察する。画像参照のソフトはフリーソフトウェアで行った。

図5: 動画像送信システム構成図



iii)相互間の意思伝達方法

亀田総合病院側の検査医師と国立成育医療センター側の画像評価医師の間の意思伝達方法としては、互いの携帯電話を用いて行った。これは院内のPHSでも代用は可能である。

2、 画像の評価方法

送信された画像の評価は、デジタル化することは困難であるため、日常業務として、心臓超音波検査を行っている小児循環器専門医3人で画像を下記の如く評価した。

A, 全く問題ない。断層エコー、カラードプラ双方とも自分が行っている検査と同等の画質であ

る。

B, 断層エコー、カラードプラ法双方とも、きれいな画質だが、実際の画像に比しもう一歩である、しかし、診断には十分である。

C, 画像はきれいとはいえないが、診断には役立ちそう

D, 時々、画像が乱れるも、診断には少し役立ちそう。

E, 画像がみえにくく、評価できない。

【結果】

(平成18年度)17施設から回答を得た。回答を得たすべての施設17施設で循環器系検査を可能な超音波診断装置を有していた。新生児出生を扱っていた16施設すべてで先天性心疾患患者の出生があり、15施設で心エコー診断を実施していた。先天性心疾患に対する一般的対処に関する質問への回答は下記の通りであった。先天性心疾患の診断が疑われた場合(新生児出生がない施設についても乳児期までの先天性心疾患疑診例に対する対処法として含めた)に、検査を自ら積極的には行わずに、直ちに専門施設に送る施設が1施設であった。これに対して、

自施設で診断をつけてから対処する施設が15施設であった。内訳として心エコー検査等で、ある程度診断をつけてから専門施設に送る施設が3施設、自施設で診断をつけ、緊急と判断した例はただちに専門施設におくり、症状がないか軽い例はしばらくフォローする施設が12施設であった(図6)。先天性疾患が疑われた場合にただちに専門家に往診を依頼する施設はなかった。

次に、先天性心疾患の診断と治療についての問題点のなかった施設は8施設であった。これに対して8施設がこれまでに先天性心疾患の診断および治療に何らかの問題を経験してい

た。具体的には以下のような問題がみられていた。

1) 専門家の availability

夜間、休日等当直帯に相談できる専門家がない。

必要に応じて往診依頼をしなければならない。

近くに見てくれる専門家がない。

2) 搬送の問題

最初に連絡した搬送先が満床の時に次の搬送先の確保に困った。

3) 診断についての問題

入院中に急変した患者が三心房心だった。搬送先で死亡。

自施設から他施設に転送するタイミングについて意見が一致しないことがよくある。などであった。

インターネットを用いたリアルタイム心エコー動画像による遠隔診断への参加についての結果であ

るが、新生児出生がなく全く必要性がないとした施設 1 施設を除外すると、遠隔診断のシステムが構築された場合に、参加を強く希望した施設は 6 施設であった。また、参加は強く希望するが現時点で心エコー専用機器がないため、物理的な困難があると回答した施設が 3 施設であった。その他の 3 施設については参加するためには個別の問題として、それぞれ下記の問題があるとの回答であった。「技術的に自分で心エコー検査を行うことが困難である」「実際の出生数がほとんどみられない」「連携施設を限定して参加」。判断を保留した施設が 4 施設であった (図 6)。

図 6 ; 心疾患への対応とリアルタイム遠隔診断への参加希望