

医療用テレメーターにおける生体信号伝送の 双方化等に関する調査検討報告

— 概要版 —

平成25年3月

座長 福井大学医学部 教授 井隼彰夫

調査検討会の概要

背景及び目的

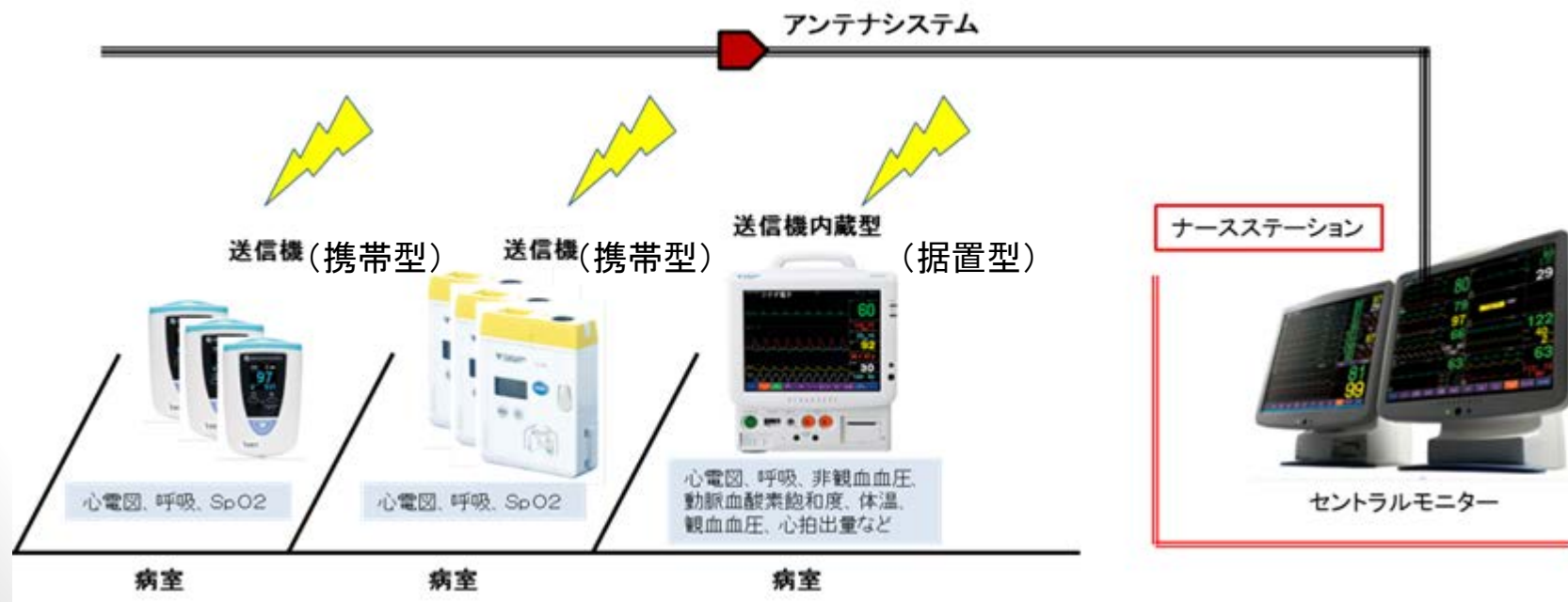
- ◆ 心電図などの生体情報を離れた場所でモニタリングできる医療用テレメーターは、医療の高度化を支えるツールとしてなくてはならない存在。
- ◆ 現行制度では片方向通信に限定されており、通信を双方向化することで医療の高度化、患者のQOLの向上を図りたいとする医療現場のニーズに応えることが困難な状況。
- ◆ 双方向化システムの有用性を検証するとともに、技術条件等について調査検討を行い、通信の双方向化の実現及び周波数の有効利用に資することを目的として開催。

検討項目

- ◆ 医療用テレメーターの高度化に関すること
- ◆ 試験モデルシステムに関すること
- ◆ 実証試験の検証及び課題の整理に関すること
- ◆ 医療用テレメーターの高度化方策に関すること
- ◆ 周波数の効率的な割当て方策と条件に関すること

医療用テレメーターの現状

- ◆ 国内で販売されている医療用テレメーターは、平成21年現在で累計約20万台であり、診療科を問わず医療現場に広く普及している。
- ◆ センサーで計測された心電図などの生体情報は、テレメーター送信機から連続送信され、病院の天井裏等に設置されたアンテナシステムを介してセントラルモニターで受信・表示される。
- ◆ このうち、約7割が携帯型であり、身体に装着して談話室やトイレなどに移動しながら計測可能。

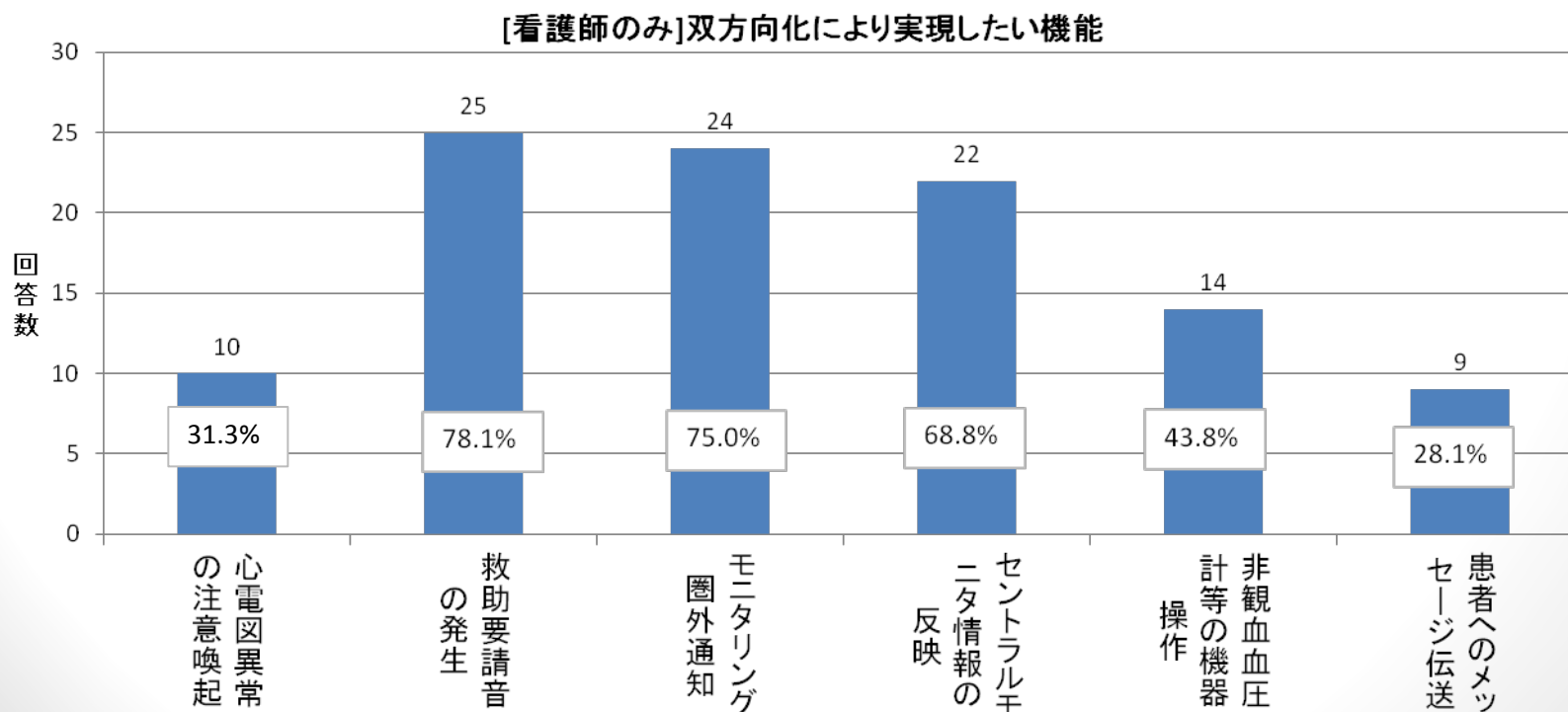


医療用テレメーターに関する要望

課題(問題点)	双方向化により実現する機能
患者が気付かずにテレメーターの通信圏外に移動し、生体信号の伝送が途絶える。	【モニタリング圏外通知】 テレメーター端末(患者)に対して、注意を促すためにメッセージ等を送る。
生体信号の異常を検出した場合において、患者(及び周囲の人)に対して注意を促すことができない。	【心電図異常の注意喚起】 テレメーター端末(患者)に対して、注意を促すためにメッセージ等を送る。
意識を失う重篤な異常を検出した場合において、患者の居場所が分からずに迅速な措置がとれない場合がある。	【救助要請音の発生】 トイレなどで倒れている場合の搜索を補助するため、端末から警報音を発生させる。
ベッドサイドモニターとセントラルモニターの患者属性情報に食い違いが生じることがある。(患者の取り違い事故が報告されている。)	【セントラルモニター情報の反映】 患者属性の不一致を防止するため、セントラルモニターで設定したデータをベッドサイドモニターに転送し反映させる。(事故防止と医療従事者の負担軽減)
非観血式血圧の定時測定等において、測定エラーが発生することがあり、その都度、患者のもとに行って血圧計を操作する必要がある。	【非観血式血圧計等の制御】 セントラルモニターから血圧計等を遠隔制御する。

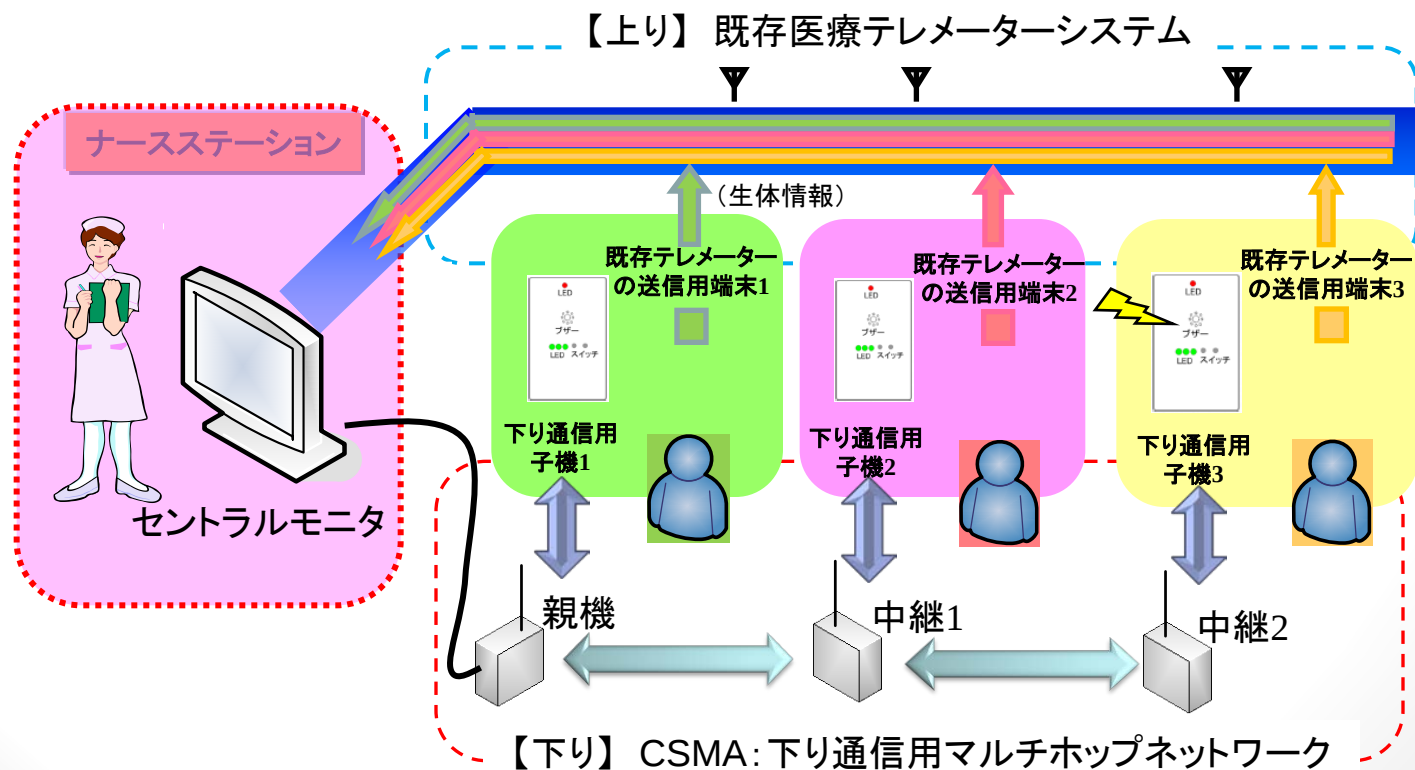
医療用テレメーターに関する要望(アンケート調査)

- ◆ 医療用テレメーターの通信の双方向化により実現できたらよいと思われる機能について医師・看護師等を対象にアンケート調査を実施。
- ◆ 「救助要請音の発生」、「モニタリング圏外通知」、「セントラルモニター情報の反映」が60%前後の要望を集めた。
- ◆ 特に看護師のみのデータでみると、「救助要請音の発生」は78.1%、「モニタリング圏外通知」は75.0%と高率の要望となっている。



無線方式の検討

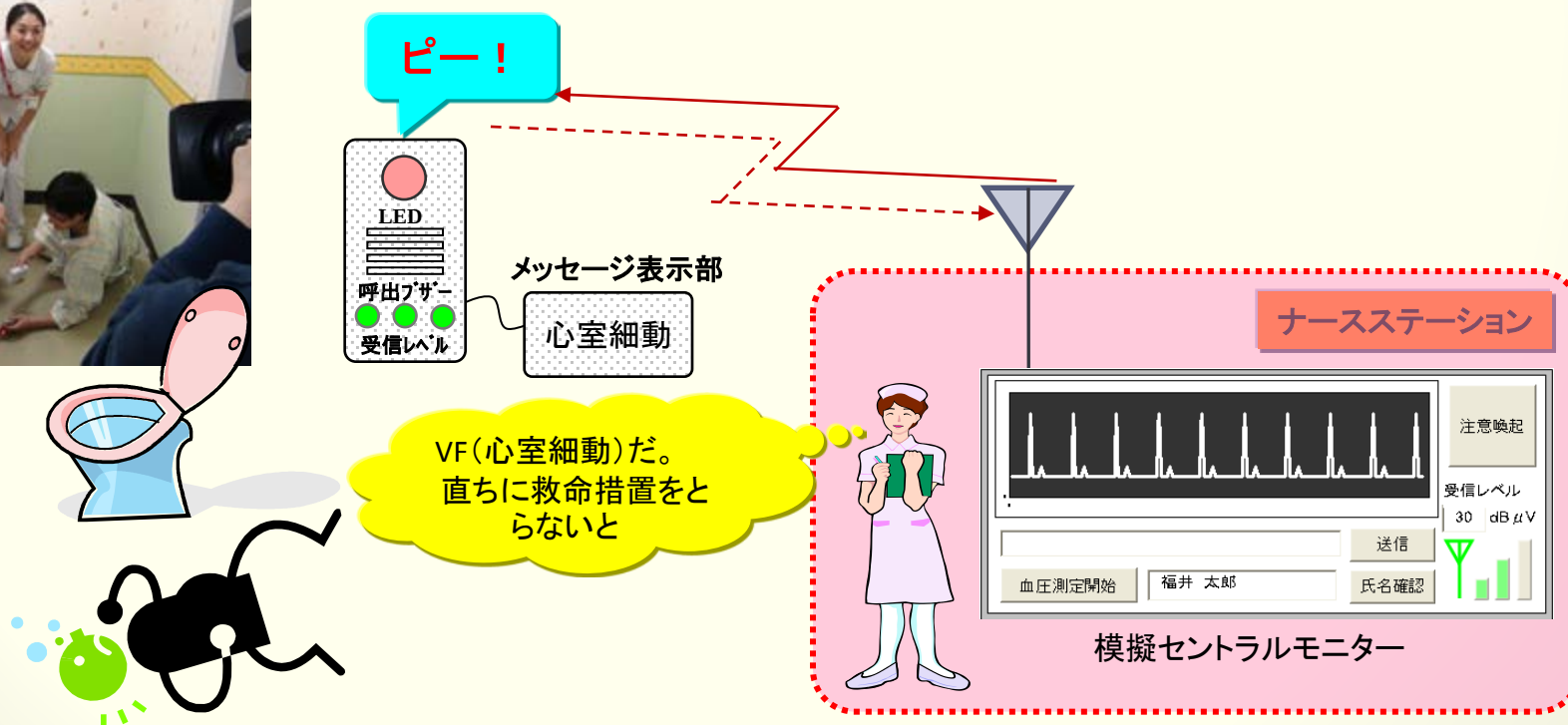
- ◆ 通信方式は、多元接続、送受信両立の観点から検討した結果、次の方式の共用方式を検討した結果、実現性が高いとの結論になった。
 - ・ 上り通信 周波数分割方式(既存医療用テレメーター通信方式)
 - ・ 下り通信 CSMA(キャリア・センス・マルチプル・アクセス)方式
- ◆ 下り通信は、中継機を配置しマルチホップネットワークを形成する。



公開実証試験

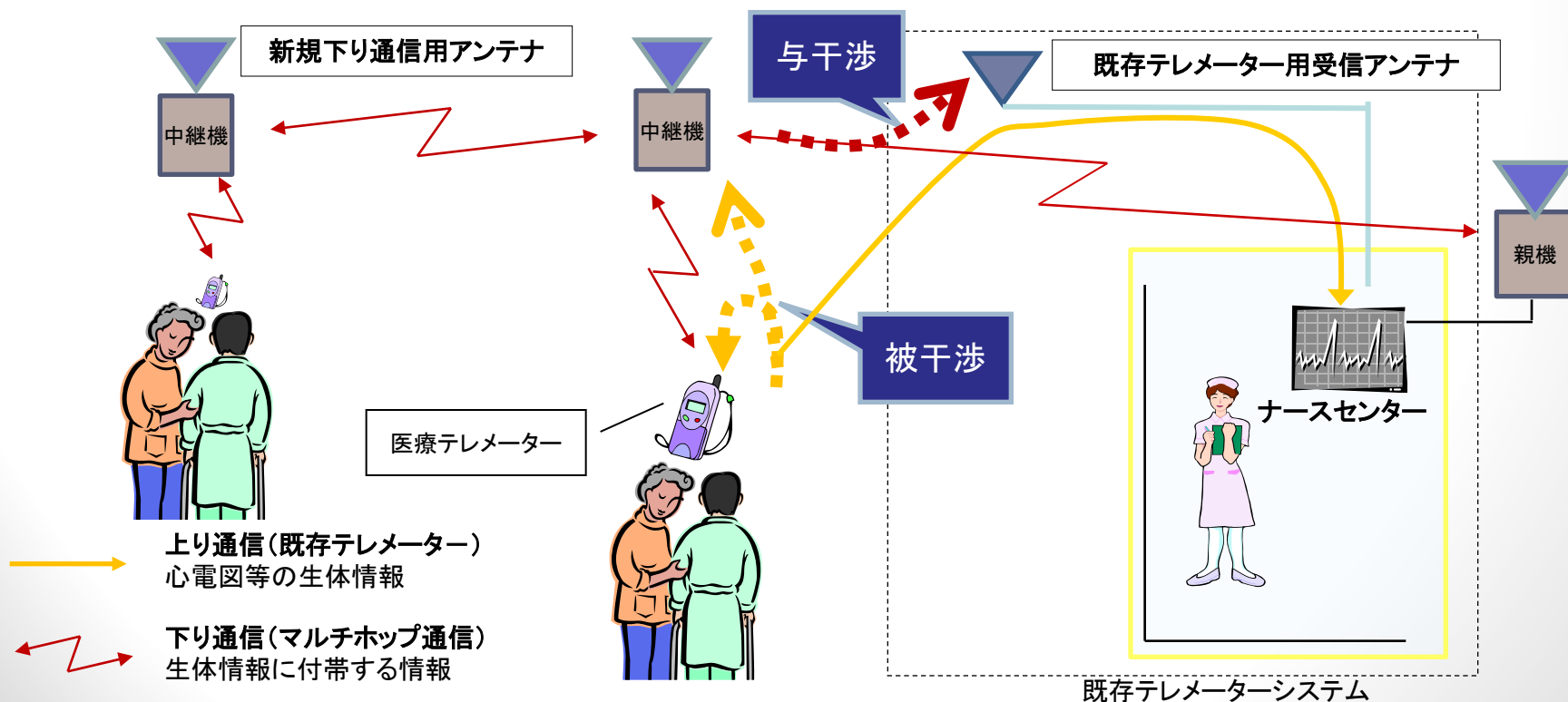
2012年12月21日に、福井大学医学部附属病院で公開実証試験を行い、次のとおり双方向通信の有用性等を確認した。

- ◆ 緊急時のテレメーター端末の鳴動指示機能の確認
- ◆ テレメーター端末の遠隔制御及びメッセージ表示機能等の確認
- ◆ 電波受信レベルをテレメーター端末に表示する機能の確認



【検討項目】干渉試験

- ◆ 双方向化を図る場合に、下り通信用中継機から上り通信(既存テレメータ)受信空中線への回り込みによる干渉(与干渉)及び端末筐体内で発生する下り通信受信機が上り通信波から受ける干渉(被干渉)が問題になる。
- ◆ 試験の結果、与干渉については4MHz、被干渉については2MHz相互に周波数離隔を確保する必要があることを確認



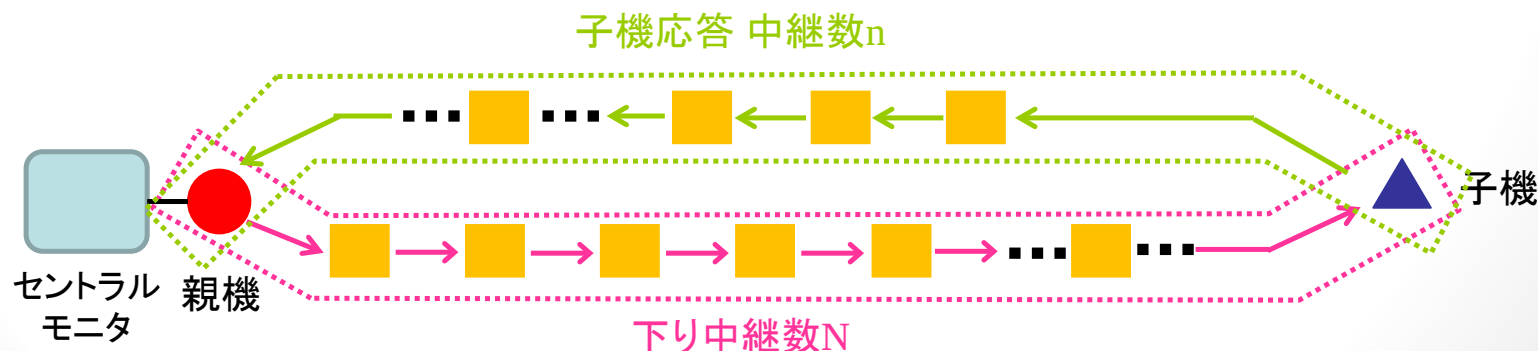
【検討項目】所要周波数帯幅のシミュレーション(1)

最大中継段数を5(ホップ)とする通信モデルを想定し、許容される遅延時間内に情報を伝送するために必要な伝送速度(占有周波数帯幅)を求めるため、次に示す遅延時間のシミュレーションを実施した。

- ◆緊急通信の遅延時間 → 通信を優先して取り扱うことを前提に他の通信の影響を考慮しない通信完了時間として算出
- ◆通常通信の遅延時間 → 想定される最大情報量(20byte)を全端末に対して繰り返し送信した場合の一巡する周期として算出。

親機と子機間の通信完了時間 = 下り通信時間 + 子機応答時間

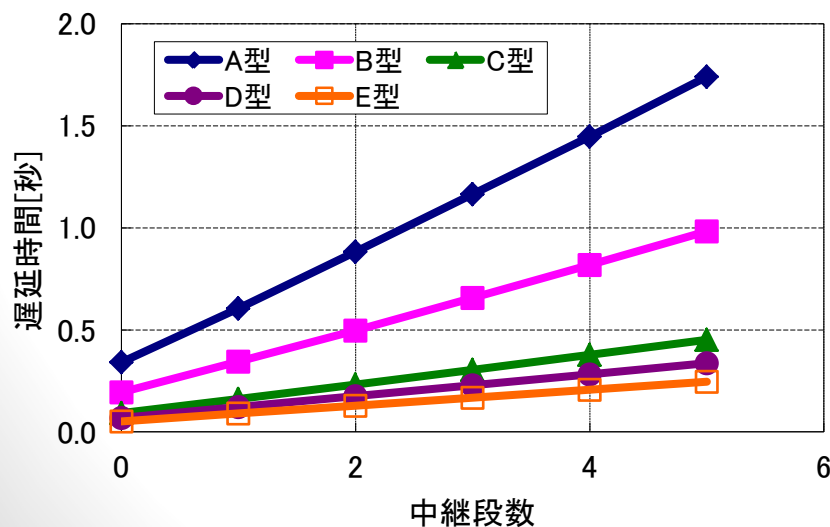
- ・下り通信時間 = (下り送信時間 × (N+1) + ガードタイム × N) ÷ 成功確率
- ・子機応答通信時間 = 子機応答送信時間 × (n+1) + ガードタイム × n



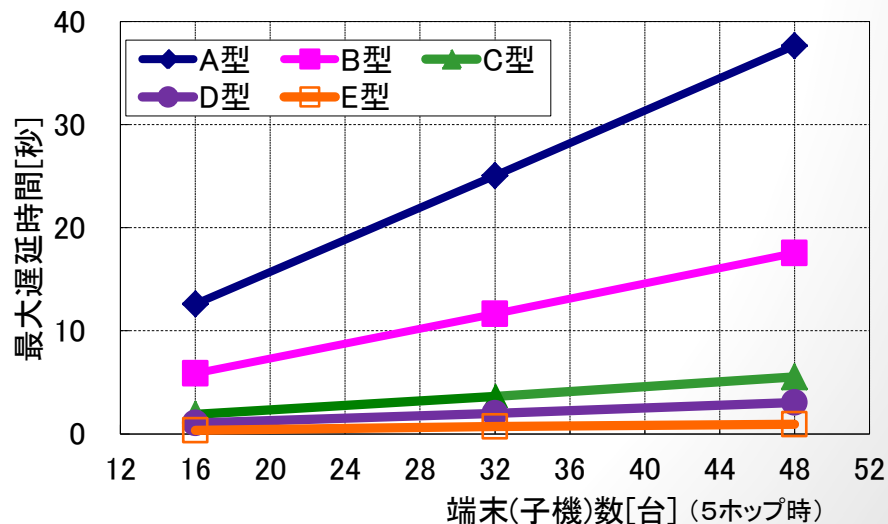
【検討項目】所要周波数帯幅のシミュレーション(2)

- ◆ 緊急通信の遅延時間(中継段数5)は、收容端末数にかかわらずA型(8.5kHz)で約1.8秒、B型では約1秒となった。
- ◆ 通常時の通信の最大遅延時間(收容端末数48)は、A型で38秒弱、B型では18秒弱となった。(想定されている用途においては通信発生頻度は小さく実際の遅延は計算値より相当小さくなることが予想される)
- ◆ いずれも、医療現場の最低限の要望は満たしている。しかし、緊急時の警報音の発生は1秒以内が望ましいとの要望があることからB型が適当と判断される。

緊急通信の遅延時間



通常時の通信の遅延時間



実現方策と課題(1)

医療用テレメータの通信の双方向化の必要性について

医療用テレメータの双方向化実現に向けた制度整備が望まれる。

- ◆ 医療現場に双方向化実現の強い要望があること
- ◆ 実証試験により双方向化の有用性、実現性が確認されたこと
- ◆ 技術試験により技術的課題の解決に目処がついたこと

無線方式について

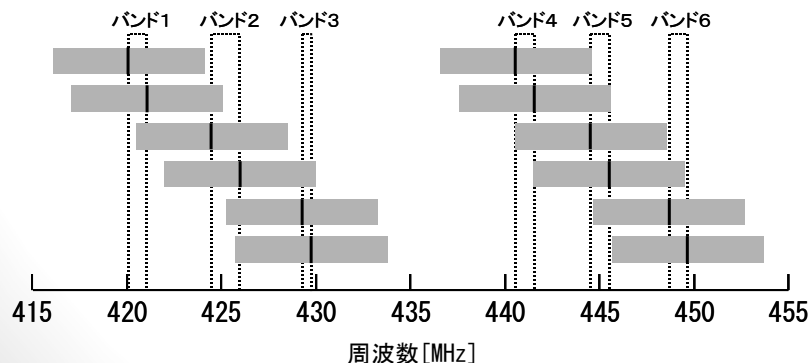
- ◆ 携帯型の医療用テレメータの双方向化の無線方式(多元接続方式及び送受両立方式)は、既存テレメータとの共存性、技術的・制度的制約を考慮すると次の方式の実現性が高い。
 - ・ 上り通信 既存方式を踏襲する。
 - ・ 下り通信 CSMA方式(マルチホップ)
- ◆ 制度整備に当たっては上記方式を前提とすることが妥当。下り通信の技術基準は400MHz帯「テレメータ・テレコン用、データ伝送用」の特定小電力無線局に準じる。

実現方策と課題(2)

周波数の有効利用策について

- ◆ 現行の周波数割当において双方向化は実現可能である。
- ◆ ただし、干渉防止のため下り通信用の周波数の上下約4MHzは使用できないため、使用できる周波数はA型480chのうち最大400chとなり、規模の大きい病院等では導入できない可能性がある。
- ◆ 周波数利用効率を高め、より多くの病院で双方向システムを利用できるようにするためには、下り通信用として次の条件に適合する周波数を確保する必要がある。
 - ・ 現行割当周波数と離隔4MHz以上確保できること
 - ・ 占有周波数帯幅16kHz(B型相当)以上であること

下り通信用周波数として
現行割当てバンド内を使用



下り通信用周波数を
現行割当てバンドの外に確保

