Osaka University Knowledge Archive

Title	ディジタル通信方式に関する研究
Author(s)	長谷川, 利治
Citation	大阪大学, 1964, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/512
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

Osaka University

【 2 】

氏名・(本籍)	長谷川　利治（はせがわ　としはる）
学位の種類	工学博士
学位記番号	第 611 号
学位授与の日付	昭和39年12月22日
学位授与の要件	工学研究科通信工学専攻 学位規則第5条第1項該当
学位論文題目	**ディジタル通信方式に関する研究**
論文審査委員	(主査) 教授 笠原　芳郎 (副査) 教授 熊谷　三郎　教授 青柳　健次　教授 板倉　清保 教授 加藤　金正　教授 喜田村善一　教授 尾崎　弘 教授 藤沢　和男　教授 牧本　利夫

論文内容の要旨

本論文は，筆者が大阪大学大学院工学研究科通信工学専攻博士課程在学中および大阪大学工学部通信工学教室在職中に，笠原研究室において行なったディジタル通信方式に関する研究のうち，第一篇にディジタルデータのダイナミック伝送方式について，第二篇に三値信号通信方式についてまとめたものである。

緒論においては，本論文の第一篇と第二篇の関連性について述べると共に，本分野における研究の現状，工学上の意義，本研究による諸成果について概説する。また，各篇第一章および各章第一節においても，各々の篇および章に記述されている研究の現状や成果について概説する。

第一篇，第二章においては，まず「動的な整合」について説明し，次に非同期時分割多重通信方式について説明する。ある端局に発生した呼は，ビット毎に走査，伝送されるのではなく，文字毎に走査，伝送され，一文字の伝送が終ると，次の走査順位にある他の端局に発生している呼の一文字が続いて伝送される。もし一端局のみから呼が発生しているならば，この呼の文字が続いて伝送され，その時，他の端局に呼が発生すれば，伝送中の呼の文字の間に割り込んで，今発生した呼の文字を交互に伝送する。一方の呼の伝送が終了すれば，残った呼の文字が続いて伝送される。従って，ある呼の文字に与えられる通話路は，文字によって異なったタイムスロットであるため，非同期に時分割が行なわれる。このため，すべての文字に発信端局を示すアドレス信号を附加しなければならないが，情報

源が多種であったり，時間的に変動がある場合，情報源と伝送線路の「動的な整合」をとり得る。次にこの非同期時分割多重方式を採用したディジタルデータのダイナミック伝送装置の試作について説明し，この方式を基本にして簡単にプライオリティをある信号に附加して伝送し得る方式を実現できることを示す。また，音声のＰＣＭ信号などの様な周期的な信号を伝送する場合の方式について述べ，これらを利用することによって多種類の情報源からの信号のダイナミック伝送方式が実現できることを示す。プライオリティ伝送を行なうことによって，on-line 伝送を要求する信号を伝送することができ，従って，on-line情報とoff-line情報を混合して伝送することができる。

第三章においては，第二章に示した試作ディジタルデータのダイナミック伝送装置の動作の解析を行なった。すなわち，試作装置について，伝送中の呼が他の呼によって割り込まれることにより伝送終了時間が延びるが，その延び率の期待値と，伝送線路の利用率を，統計的平衡の概念を利用して解析を行なった。また，これらの値を異なった仮定の下で計算機のシミュレーションによって求め，解析によって得た値と比較した。これにより，呼の保留時間の分布を指数分布としても，一定分布としても大差ないことが判明した。

第四章においては，伝送線路の通信速度が各端局からの信号の通信速度より大きい場合について解析を行ない，二，三の場合についての数値計算を行なった。また，異なったプライオリティ順位を持ち，異なった呼発生率を持つ端局群がある場合についても解析している。これまでの解析は，呼の発生が伝送中の呼の状態によって異なるとしたが，伝送中の呼の状態に関係のない場合についての解析も行なった。第五章においては，情報源としてテレタイプライタがあるとき，テレタイプ出力を直接伝送線路へ送り出すことを考えると，テレタイプライタ出力の文字列の時間々隔の分布を知る必要がある。これを日本電信電話公社の電報局において 実測し，これがErlang分布とみなされることを知り得た。また，多数のテレタイプライタ出力を組合せた時の文字列の時間々隔の分布が，テレタイプライタの台数が９台位で，指数分布とみなされることを得た。

第六章は結論として以上の結果を総合して本研究によって得られる成果を示し，今後の研究方向について述べる。

第二篇においては，種々な点で有利と考えられる三値信号通信系において重要な問題をまず第一章で説明し，その問題の一つである回路素子数の増大をある程度防ぐことができるトンネルダイオードを用いた三値論理回路について述べる。すなわち，定電流源で駆動された双対的単安定回路を三値論理回路の基本として，まず真理値を表現する方法を述べる。真理値１，２，３に対してパルスはそれぞれ，正，０，負，数値は，０，１，２を与える。これによって，インバータ，三値増巾回路，サイクリングゲート，Mod３加算器，キャリー回路，$J_k(x)$ 一致検出回路などの回路構成を示すと共に，パルストランスを使用しないインバータ構成についても述べる。次に三安定回路をトンネルダイオードを用いて構成し動作の検討を行なう。

第三章においては，以上に述べた三値論理回路を利用して，三値ＦＤＭ—ＰＣＭ端局装置および三値信号再生中継器について述べ，検討した。伝送する三値信号としては，微分三値とすることによって直流バランスをとろうとしている。

第四章は結論として以上の結果を考え，三値信号系の今後の研究目標について検討する。

結論においては，第一篇，第二篇に共通な，今後の通信方式が直面する問題について検討する。

論文の審査結果の要旨

本論文はディジタル通信に関する研究結果を述べたもので，緒論，第1編6章22節，第2編4章17節および結論よりなる。

緒論においては，ディジタル・データのダイナミック伝送方式と3値信号通信方式の関係について概説し，本論文の対象とする問題の所在を明らかにしている。

第1編はディジタル・データのダイナミック伝送伝送方式についての研究結果を述べたものである。大型電子計算機を用いる総合的情報処理方式が次第に実用に供せられるようになってきて，データ伝送は電信電話に次ぐ新しい通信として最近特にその社会的意義が重要視されるようになってきた。

データ伝送はこの総合的情報処理方式において電子計算機によって処理される情報の伝送を意味するわけであるが，一国内あるいは国際間でこの種の総合的情報処理機構が多数存在する場合には，通信網の帯域制度における総括局相互間，総括局中心局間，中心局相互間などの高価な通信回線の経済的使用が重要な問題となってくる。現在この通信回線を時分割伝送とする場合には時間軸上における各通信路の割当順序が固定されているだけでなく，その通信容量の設計が一日中における最繁時に対して設計されているために，一日中における平均利用率は極めて低い値にある。

本編ではこのような観点に立脚して，情報ビットにアドレス・ビットを附加して各通信路の識別分離を自動的に可能ならしめるとともに通信回線の使用能率を動的整合によって高めるダイナミック伝送方式を提案したものである。

第1章は緒論であってダイナミック伝送方式についての歴史的考察，動的整合の意義，今後の展望について述べている。

第2章は本方式による送受信装置の設計，試作，実験結果について説明し，ダイナミック伝送方式の能率を高めるためには小容量の記憶装置を，トラフイックの緩衝器として用いることによって回線の使用能率を高めうることを述べている。さらに多種類情報，例えばデータ伝送にＰＣＭ電話を重畳して伝送するような回線では，電話の信号は実時間で動作させなければならない情報であるため，これに優先順位伝送を行なわせる必要があることからこの記憶装置は欠くべからざる要素であることを論じている。

第3章は試作装置についての動作の解析および電子計算機によるシミュレーションの結果を述べたものである。データ伝送は多くの場合において必ずしも実時間伝送とする必要のないものであり，そのためにダイナミック伝送方式が採用可能となり，その結果として通信回線の利用率の改善が実現されることになるのであるが，しかし一方ではそのために伝送終了時間の遅れが生じてくることになる。本章ではこの情報伝送時間の延び率の期待値および通信回線の利用率を求めたものである。著者は二つの方法によってこれらを求めその結果の比較を試みている。一つは呼の保留時間を指数分布であると仮定して，統計的平衡の概念を用いて計算し，いま一つは呼の保留時間を一定であると仮定し，

電子計算機を用いモンテカルロ法によるシミュレーションを行なって求めたものである。この二つの方法は仮定条件を異にしているが，伝送時間の延び率および通信回線の利用率にはあまり大した差は生じていないという結果を得ている。

第4章はディジタル・データのダイナミック伝送方式の解析と題しているが，その内容はダイナミック伝送を行なう通信回線の通信速度が入力の通信回線の通信速度よりもはるかに大きい場合における伝送時間の延び率と通信回線の利用率とを求めたもので，このような研究は通信回線網が帯域制度によって構成され低次局より高次局にデータ伝送を行なう場合などに必要となってくる。著者は本章においても統計的平衡の概念を用いてまず通信速度の比をパラメータとして伝送時間の延び率と回線利用率とを計算し，さらにこの解析結果を利用してダイナミック伝送回線への入力通信路群からの呼に優先順位がつけられる場合の解析を行なって，このような通信系に対する有用な設計資料を提供している。

第5章はテレタイプライタのオペレータが打出す文字の時間々隔の分布を日本電信電話公社の電報局において測定した結果について述べたものである。データ伝送にはほとんどの場合に損失呼は許されないのであり，そのためには適当な容量の記憶装置が使用されなければならない。本章ではこの記憶装置の容量の設計のために必要なテレタイプライタ通信における呼の分布を実測したもので，文字間の間隔はアーラン分布をなしていることを見出し，また，多数のテレタイプライタの出力を重畳すればその分布は指数分布をなすことを見出している。

第6章は本編の結論である。

第2編は，3値信号通信方式に関する研究結果を述べたものである。人間の音声のような複雑な波形をもつアナグロ信号もＰＣＭ方式によってディジタル化すれば波形は極めて簡単となり，また，伝送回線としては必ずしも経済的負担の高い高級回線を必要とせず市内電話ケーブルでも充分に利用し得られ，中継器も極めて単純となり，搬送電話中継器にみられるような高度の直線性は要求されないのではるかに経済的となってくる。または伝送途中で混入してくる有害な雑音の除去が容易となるので，例えばＰＣＭ電話を行なうとすればその最大通達距離は従来の搬送電話方式に比べて著しく長大となってくる。

このようなＰＣＭ電話の利益を実現するためにはＰＣＭの超多重化が最も重要な問題として登場してくる。ＰＣＭを超多重化して従来の周波数分割式の搬送電話に置換するためには超多重化を通信系としてどのように構成するかということおよび論理演算素子の動作の高速度化が解決されなければならない。著者はこの二つの問題のうち後者を選びトンネルダイオードを用いた3値論理による高速度化の研究を行ない，その基礎的問題の一部を解決したものとみることができる。

第1章は緒論であって3値理論が従来使用されている2値理論よりも優れていることを指摘し，3値理論代数学の歴史的展望，ＰＣＭ伝送への応用の利点などを述べている。

第2章はトンネル・ダイオードを用いた3値論理回路について述べたものである。3値論理回路の基礎として，正の入力に対して正の出力，負の入力に対して負の出力を発生しうる著者のいう相対的単安定回路をまず提案して，これを用いて真理値を表示する方法を示し，さらにこれを基礎として3

値論理の構成単位回路であるインバータ，３値増幅器，サイクリング・ゲート，Mod. 3加算器，キャリ回路，一致検出$J_k(x)$回路（k＝１，２，３）の構成方法について述べている。単安定回路を使用しているためにダイナミック方式を採用し，単安定回路駆動には信頼性を高めるために定電流電源駆動方式をとっている。さらに３値論理における記憶回路としてトンネル・ダイオードの直列対を用いた３値RSフリップ・フロップを提案し，その構成について述べている。

第３章はトンネル・ダイオードを用いた３値ＰＣＭ端局装置および３値信号再生中継器と題し，上記３値理論の基本回路を用いて構成したFDM—３値ＰＣＭの端局装置および再生中継器について述べ，著者の３値論理についての基本的研究がこれらの目的に使用できることを論じている。

第４章は本編の結論である。

以上述べたところから著者の研究業績は次のように要約できる。第一にはアドレス・ビットを情報ビットに先行して附加することにより従来出線数と同じ数の入線数しかとれなかった通信回数に対して，出線数よりもはるかに多い入線数を許し得るダイナミック・データ伝送方式を可能にしたことである。第二には高速度動作という附加的利益をもつトンネル・ダイオードを用いて，かなり少ない素子数で各種の３値論理単位回路を構成し，超多重ＰＣＰ通信および高速度電子計算機の開発に寄与したことである。

このように本論文は通信工学ないし電子工学の発展に貢献したところが大きいので博士論文として価値あるものと認める。