

# インタラクティブ番組におけるデータ集約制御手法

渡部智樹

岸田克己

日本電信電話株式会社 NTT サイバーソリューション研究所

2000年12月にBSデジタル放送が開始され、番組に連動した視聴者参加型のインタラクティブな番組が気軽に楽しめるようになり、最近では1番組への参加者が1万人を超えることは珍しくない。このような番組では、インタラクティブ性を活かすために迅速かつ輻輳を抑えたデータ集約が必要不可欠となっている。これまでに我々は、電話回線における効率的な集約制御システムを開発してきた<sup>[1]</sup>。本稿では、参加者数が増加傾向の場合における適切な制御手法を提案し、シミュレーションによる実験結果からその効果を考察する。

## Data Collection System on Interactive TV Program

Tomoki Watanabe

Kishida Katsumi

NTT Cyber Solutions Laboratories, NTT Corporation

Recently, many participants can enjoy various interactive program since BS digital broadcasting was started. In such a program, it is necessary to collect user data quickly. We developed a data collection system that can collect efficiently using public telephone network. This article describes an effective operation using this system on increasing call traffic.

### 1 はじめに

#### 1.1 インタラクティブ番組の増加

2000年12月にBSデジタル放送が開始され、データ放送と連動した視聴者参加型番組が増加してきている。最近では、参加者が1万人を超えることは珍しくないほどの人気があり、今後開始される110度CSデジタル放送や地上波デジタル放送においてもこのようなインタラクティブな番組への期待が集まっている。

例えば、クイズ番組に参加している視聴者各々の回答を各受信機で答え合わせを行い、最終得点を全参加者から集約し、順位を発表するといった内容である。このような番組では、できるだけ多くの参加者を募る一方で、迅速に集約を行いリアルタイムに結果を反映させるといった要望が強い。

現在、BSデジタル放送では、受信機に内蔵されているモデムを使い、電話回線を

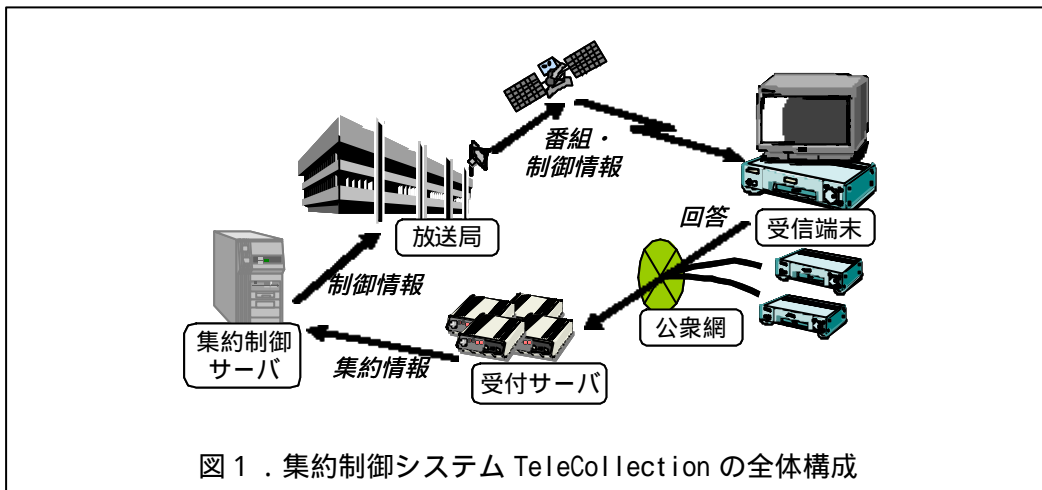


図1．集約制御システム TeleCollection の全体構成

通じて放送局側のモデムにアクセスすることで集約されている。当然、放送局センタのモデム数は受信機の数に比べてはるかに少ないため、効率良く受信機からのアクセスに応じなければならない。すなわちアクセスが一時期に集中して回線網を輻輳させないように受信機の発呼を時間的に分散させる必要がある。

### 1.2 輻輳対策の必要性と現状

現在では主として「ランダム遅延発呼」によりこのような輻輳の対策が行われている。これは、端末毎に生成された乱数を用いてランダムな時間を待機した後に発呼するといった手段である。これにより時間的な分散が図られ、放送局側へのアクセス集中を避けることができる。また、番組の構成を工夫し、クイズに正解できたもののみ発呼できる、といった条件発呼と組み合わせることで効率的に集約するといった手段が取られている。

### 1.3 現状の輻輳対策の問題点

しかし、このような対策においては、センタでの受け能力すなわちモデム台数を基に、集約しようとする参加端末数を予

測し、分散させる時間の幅を予め設定するため、予測以上に参加者が多いと輻輳を起こす危険性がある。逆に参加者が予想よりも少ないと、平均してアクセス数が少なく、すなわち全体からの集約に必要な以上の時間を要することになる。

## 2 集約制御システム TeleCollection

そこで我々は、集約対象数に応じて放送局から動的な制御を行うことにより、輻輳を抑えつつも集約リソースを最大限に利用し、効率良く集約する集約制御システム「TeleCollection」の開発を進めてきた（図1参照）。なお、ここで使用する言葉を以下の通り定義する。

#### 参加端末（参加端末数）：

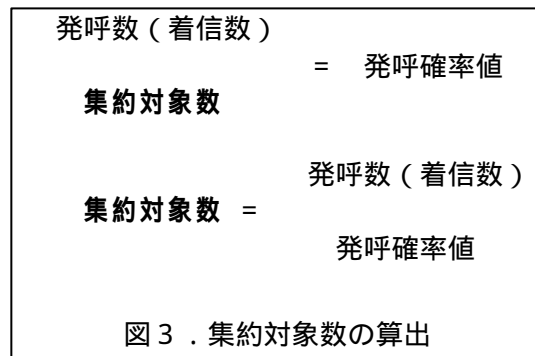
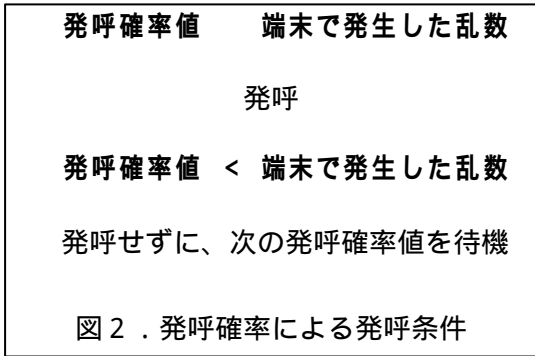
クイズなど番組に参加しており、回答など放送局に送信すべきデータを保持しているか、あるいは送信を完了した端末（数）

#### 集約対象端末（集約対象数）：

参加端末のうち、未だデータを送信していない端末（数）

#### 窓口数：

端末からの接続に回答するために放送局側に用意されたモデムの数。ある瞬間にこれ以上の発呼があると、呼損となる。



TeleCollection では、発呼制御のための情報として発呼確率値を放送する。それを受信した集約対象端末は各々で乱数を発生させ、その乱数がこの確率値以下であれば発呼し (図 2 の )、そうでなければ次の発呼確率値の受信を待機する (図 2 の )。放送局側では、この発呼確率値により着信した呼数を集計し、この時の集約対象数を推定する。つまり、集約対象数に対する発呼確率の割合相当分が発呼し、センタに着信したと見なせる。よって、発呼数が着信した数と同値であるとすると、その時の発呼確率から集約対象数の推定が可能となる (図 3)。そして、今回発呼しなかった残りの集約端末数と窓口数から次の確率値を設定し放送する。これを繰り返すことで、参加端末数に応じて効率的に集約を完了させることができる。なお、既に送信を完了した端末は 2 回目の送信は行わない。そのため、受信端末が放送局へ送出手機は 1 回となるが、設問や番組毎に識別可能な制御情報を放送することにより、複数回の集約が可能である。

### 3 TeleCollection の改善点

#### 3.1 特徴と改善点

TeleCollection の特徴として、

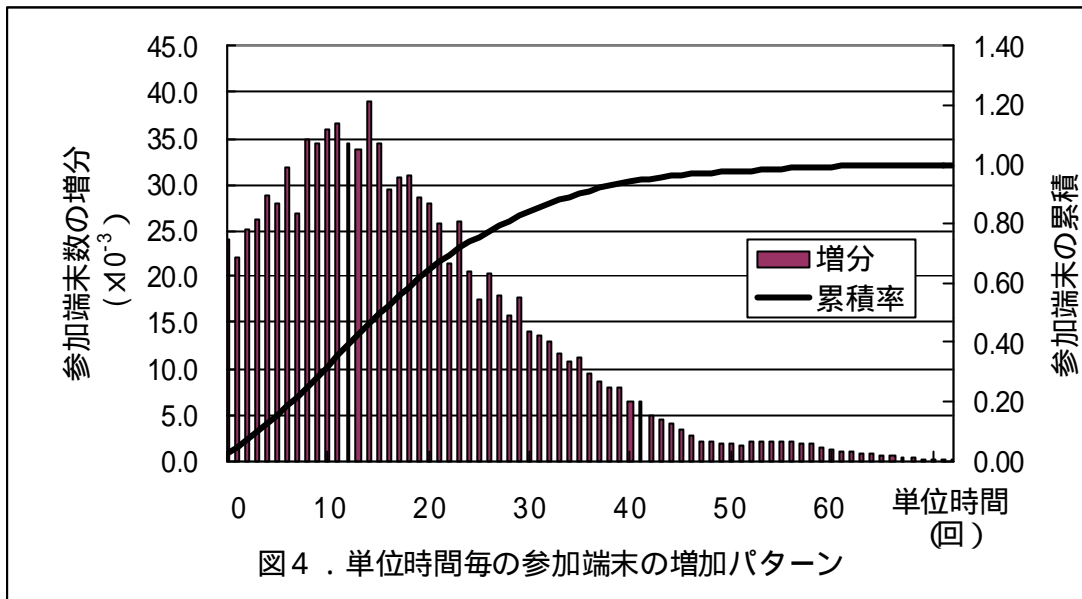
- (1) 着信数を集計する毎に集約対象の全体数を予測し、多少の増減があっ

ても追従する

- (2) 放送局や回線網における緊急事態においては、発呼確率を放送しなければ発呼を確実に停止できる

という点があげられる。これらは放送局側、通信業者、そして視聴者にとって共通するメリットであり、その導入効果は高いと思われる。しかし、(1)については「着信数 = 発呼数」という条件が伴う。つまり、乱数が発呼確率値以下となった端末数をもれなく集計しないと、その時点での集約対象数を正確に把握できない。例えば、集約対象全体数が極端に増加し、予想以上に端末からの発呼数が増えると、放送局での受付モデムが全てふさがってしまい、接続できずに集計されない端末がでてくる。この場合、「着信数 < 発呼数」となり、全体数は実際よりも少なく予測されることになる。

実際に TeleCollection では、放送局での同時受けの最大値 (受けモデムの台数) を例えば 9 割程度の稼働になるように閾値を設定しておき、それ以上のアクセスがあっても、残りの 1 割の範囲で増分を許容できるように設計している。この場合、予測よりも着信が多いことをシステム側で判断させ、次の発呼確率値を低く設定する。また、端末で発生させる乱数の質を



考慮し、過去数回分の着信数の平均から今回の集約対象数を導き、今回の着信数を引いた残りを次回の集約対象数として算出する。さらにこの集約対象数から発呼確率値を生成し、次回の制御情報として放送する。

### 3.2 予測手法による改善

現在の発呼確率値の計算は参加端末数が一定の場合あるいは若干の増減に対し制御されるもので、「着信数 < 発呼数」の場合には集約対象数を算出できないため、適切な制御が行えない。このような状況は、例えば番組開始直後に参加者が増加しつづける場合が考えられる。

しかし、このような場合については、着信数の増加傾向から次回の集約対象数がある程度予測できる。つまり、着信数を監視し増加傾向となった場合には、近似手法により増加数を見込んだ次回の集約対象数を算出し、それに応じた発呼確率値を適切に設定することが可能と考えられる。

## 4 シミュレーション実験

### 4.1 実験概要

TeleCollection に即した受信端末の発呼動作をシミュレーションする環境を構築し、以下の2つの手法で次回の集約対象数を予測した場合の集約効果について評価を行った。

#### (手法1：従来)

直近数回の着呼数の平均による算出

#### (手法2：提案)

参加端末数が増加傾向の場合は一次近似を行い、それ以外は平均による算出

この実験では、発呼確率を放送し、それに対する着信数から集約対象数を導き発呼確率を改めて設定し放送する、といったサイクルをすべての参加端末から集約を完了するまで繰り返し実行した。

シミュレーションに適用した参加端末数の増加パターンを図4に示す。これは、過去の実験<sup>[2]</sup>で取得したデータを元に設定したものである。また、集約対象数の初期値は、安全サイドに倒し、基準値(=最終参加端末数)の5倍に設定した。

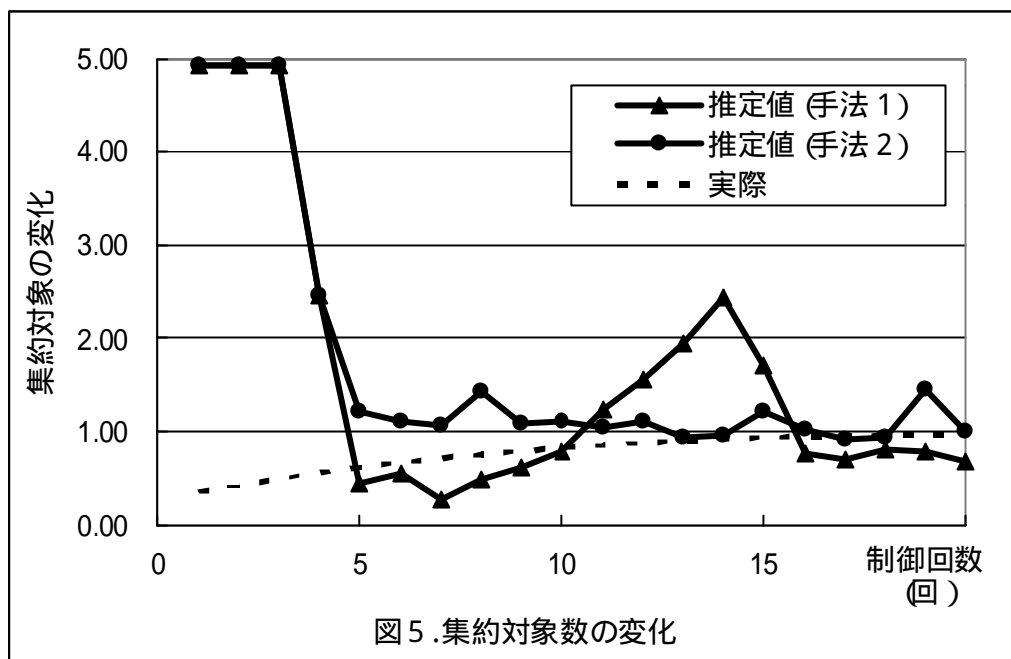


図5.集約対象数の変化

## 5 結果と考察

### 5.1.1 参加端末数の予測

図5は、2つの手法が予測した集約対象数の変化を基準値に対する割合で示したグラフと、実際の増加累積(図4)のグラフを示したものである。

手法1では、5~9回目と16回目以降の制御で予測した集約対象数が実際の数よりも下回り、12~15回目では逆に上回り安定していない。特に14回目では2.5倍近く多く予測している。集約対象数を実際よりも多く予測すると、窓口数に対する着信数が少なくなり窓口の稼働効率が悪くなる。逆に、少なく予測すると、窓口数よりも多量の発呼が生じてしまうため、窓口が溢れて接続できない端末が現れ、輻輳という深刻な問題を生じる。

それに対し手法2では、5回目以降、手法1の場合とは異なり、実際と近い値を継続して予測することができている。また実際よりも多く予測しているため、輻輳の危険性が低く安全な制御ができている。この

ことから、集約対象数が増加傾向にあるとき、一次近似による予測が効果的であったと言える。

### 5.1.2 予測の正確性

手法1, 2による予測の正確性を、予測数÷実際数により算出した(図6参照)。このグラフから分かるように、手法1では予想にバラツキがあるのに対し、手法2では徐々に100%に近づいており、予測の精度が高まったといえる。

### 5.1.3 輻輳に対する安全性

手法1における呼損数と集約所要時間をそれぞれ100とした場合の手法2の割合を表2に示す。

手法2の呼損は、手法1の3分の1程度に抑え、輻輳の可能性を低下させたことを示している。呼損が0にならなかったのは、閾値を超える発呼が数回起こったためである。これについては、より予測精度の改善が必要である。

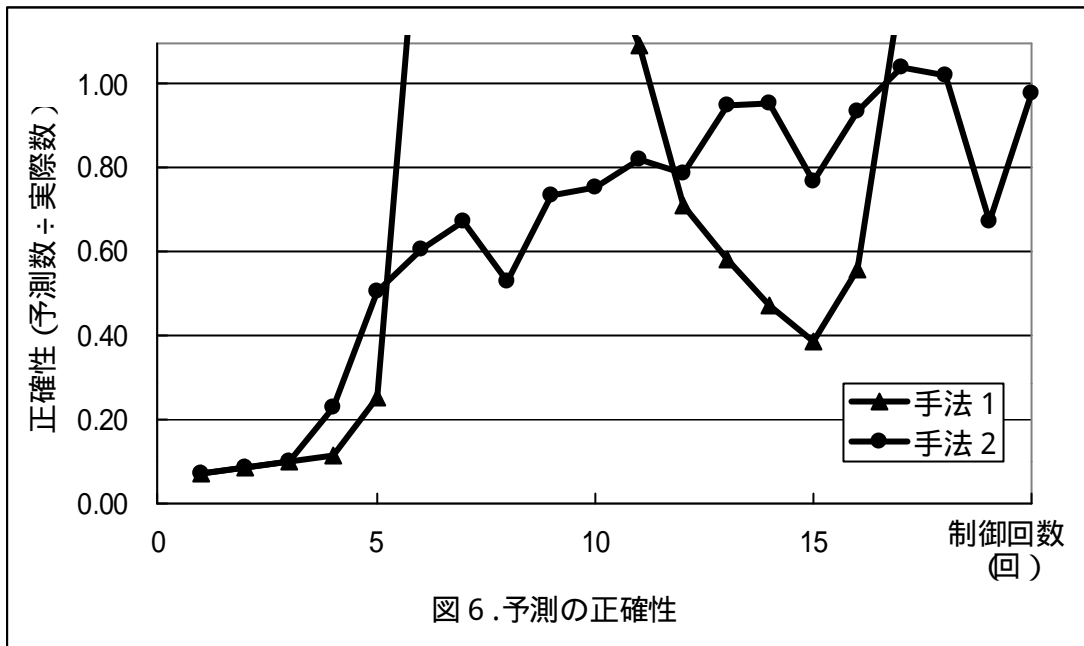


図 6. 予測の正確性

一方、手法 2 の集約所要時間は手法 1 よりも 13%程度長くなったが、閾値を越えて着信した回数が手法 1 の方が多かったためと思われる。

また、集約対象数の予測は輻輳の危険性がある増加時が特に必要不可欠であるが、減少時においても集約効率が低下するという問題があるため、減少時の対処方法についても検討を行う。

表 1. 呼損と集約所要時間の比率

	呼損 比率	全集約所要時間 比率
手法 1	100.00	100.00
手法 2	38.21	113.34

#### 5.1.4 考察のまとめ

以上により、集約端末数の増加に対し、一次近似による予測に基づき制御することで、呼損の少ない最適な集約制御が可能であることが分かった。また、予測の手法については、さらに精度の高い手法を検討し、呼損をなくす必要がある。

#### 5.2 今後の課題

予測を適用した手法においても多少の呼損が発生しているため、さらなる制御の改良を図る。

#### 6 おわりに

本稿では、インタラクティブ番組などにおける多数の参加者データを効率良く集約するシステムにおいて、参加者が増加する場合の対処手法を提案し、シミュレーションによる評価実験から、その効果を確認した。

#### [参考文献]

- [1] 酒井 他, 放送と通信の結合サービスにおけるデータ集約技術, 信学会 96 秋季大会 B-7, 1996
- [2] 酒井 他, TeleCollection 大規模データ集約システム, 情処学会第 55 回全国大会, 2V-4, 1997