

RDD サンプルング手法の比較研究

島田喜郎
(株)日経リサーチ

要旨

米国には1960年代以来、さまざまなRDD サンプルング手法を開発してきた長い歴史がある。日本では、近年ようやく電話調査でRDD サンプルングが使われるようになったばかりである。RDD の理論的な発展の成果が日本語で利用できればその価値は大きいはずだが、そのような文献は存在していない。この論文の目的は、いくつかの重要な RDD サンプルング手法のレビューを提供することにより、その欠落を補うことである。

稼動中のすべての局番の 0000-9999 の番号を抽出フレームとする稼動局番フレーム法は、RDD サンプルングの原型である。この方法は電話世帯を完全にカバーするが、抽出した電話番号の世帯ヒット率が非常に低い。このレビューでは、世帯ヒット率が「抽出フレームの縮小」によって改善されることを提示し、それぞれの手法がどのように抽出フレームの縮小を達成しているかを論じる。Waksberg 法や Sudman 法では、二段抽出法を使い、一段目で世帯用番号を含まないバンクを排除する戦略によって抽出フレームを縮小した。電話帳情報を使う手法は電話帳掲載番号を含まないバンクを排除することによる抽出フレーム縮小効果を利用している。電話帳情報を使うと世帯用番号がすべて非掲載であるバンクが「脚切り」されるが、「非比例層化抽出法」は電話帳情報を使いながら「脚きり」を発生させない方法である。最近では、使われていない番号を自動的にスクリーニングすることが可能になり、それによって、原型のままの稼動局番フレーム法を使っても十分効率的な RDD サンプルングができるようになった。

1 はじめに

米国では、1960年代から1970年代に、RDD (random digit dialing) サンプルングについての重要な論文 (Cooper 1964, Sudman 1973, Frankel and Frankel 1977, Waksberg, 1978) がつぎつぎに発表された。1980年代にはその集大成として、電話調査全般を総合的

に扱った研究書 (Groves, Biemer, Lyberg, Massey, Nicholas and Waksberg (eds.) 1988) や実務家を対象にした解説書 (Frey 1983, Lavrakas 1986) が出版されるようになった。1980年代には Waksberg 法が RDD の標準的手法といわれるほどの地位を確立したが、最近では、複雑すぎる手法として敬遠されつつあるようである。

日本において RDD への関心がようやく高まりつつある現在、米国における理論的な発展の成果を利用する価値が大きいはずだが、それらが利用しやすい状況があるとはいえない。日本における RDD の議論が、根本的な理論的ベースを抜きに行われている感を免れないのは、日本語で利用しやすい理論的な文献が欠如していることに原因があると思われる。

この論文の目的は、RDD の理論的な発展の過程で登場したさまざまな手法のレビューを提供して、その欠如を補うことである。米国では、Grove et al.(1988)に収録された Lepkowski (1988) が RDD 手法のレビューとして有名だが、この論文では 1990 年代以降に注目されるようになった「非比例層化抽出法」や電話帳準拠フレーム (list-assisted frame) の再評価など、最近の理論的な展開にも言及する (8 節)。最後に、機械的な手段によって使われていない番号を自動的にスクリーニングすることが可能になったことの影響について論じる。最も顕著な影響は、RDD の原型で世帯ヒット率が低く現実的に実施不可能と考えられていた稼動局番フレーム法が、現実的な手法とし再評価されるようになったことである。(9 節)。

2 RDDの原理と稼動局番フレーム

固定電話の電話番号を使ったサンプリングは、電話番号を世帯の識別コードとして世帯主の住所氏名と同じように使う、という発想に基づいている。それは、世帯用番号のリストを世帯の母集団リストの代用として使うということと同じ意味になる。しかし、世帯用

電話番号の完全なリストは存在しない。そこで、世帯用番号を完全に包含し (あるいはほぼ完全に包含し)、かつリスト可能な RDD 抽出フレームを定義する。この抽出フレームから等確率抽出を行って電話番号の標本をつくる。得られた標本が RDD 標本である。この RDD 標本の中で、世帯用番号と判明したものが世帯の標本となる。

RDD の原理の中で最も重要なポイントは、抽出フレームには、世帯用番号のみならず、業務用の番号も、使われていない番号も含まれるが、それらすべてに等しい抽出確率を与えることによって、世帯用番号同士が互いに等しい抽出確率を与えられることである。

世帯用番号を完全に包含し、比較的簡単に入手できる抽出フレームが「稼動局番フレーム」である。稼動中の局番、すなわち現存する市外局番と市内局番の組み合わせを列挙し、それぞれの局番に 0000 から 9999 までの番号を付加することにより稼動局番の抽出フレームが完成する。稼動局番フレームは、稼動中の局番のリストを準備するだけで実現できるという手軽さがある。しかし、一方では世帯ヒット率が非常に低いという大きな問題がある。日本全国の稼動局番の数は約 18000 であり、抽出フレーム内に存在しえる電話番号の数は 1 億 8000 万に達する。一方、世帯用の電話番号は 4 千万を少し上回る程度であるから、世帯ヒット率は 20% をわずかに上回るに過ぎない。以降に論じる RDD サンプリングのすべての手法は、この低ヒット率に対する取り組みであるといえる。

3 抽出フレーム縮小による効率化

稼動局番の内、ある局番は事業所用にだけ使われていることが判明したと仮定する。その局番を「無効」として排除し、世帯用番号を含む「有効(working residential)」な局番だけで抽出フレームを構成すると、世帯用番号には全く影響を与えることなく抽出フレームを縮小することができる。RDD標本の世帯ヒット率の平均は、「世帯用番号の件数 / 抽出フレームの大きさ」で表すことができるので、抽出フレーム縮小の結果としてRDD標本の世帯ヒット率を高めることができる。

抽出フレームの中の有効な部分と無効な部分をよりきめ細かく操作するために、「バンク(bank)」という単位を考える。バンクは局番の中を一定の大きさのブロックに分けたものである。012-345-67xxのように局番の先頭から百位までの数字が同じ100個の番号のブロックを百位バンクと呼ぶ。千位バンクや十位バンクも同様に定義できる。また、局番は万位のバンクであるといえる。

有効なバンクとは世帯用番号を含むバンクであり、無効なバンクとは世帯用番号を含まないバンクで、業務用の番号や使われていない番号だけのバンクである。先に無効な局番を抽出フレームから排除する効果に言及したが、よりきめ細かく千位バンクや百位バンクのレベルで無効なバンクを抽出フレームから排除できたら、抽出フレームの縮小効果は一層大きく、その結果としてRDD標本の世帯ヒット率は一層高まるはずである。

4 Waksberg法

Waksberg法は、歴史的には後に述べる電話帳情報を利用する方法よりも新しい手法だ。2節で述べた稼動局番フレームの応用ともいえるので、歴史的な順序を無視してここでとりあげることにする。

Waksberg(1978)が発表したRDDサンプリングの方法は、時にMitofskyとWaksbergの方法と呼ばれることがある。それは、Mitofsky(1970)が最初に考案して、その理論的な検討をWaksbergに託したからである。RDDサンプリングの中で最も有名な方法であり、最も正統的な方法だと考えられている。Waksberg法のサンプリングは、確率比例抽出法を用いた二段抽出に相当する。

ステップ1:

第一次抽出単位(PSU: primary sampling unit)として百位バンクを無作為に抽出する。抽出したバンクで、無作為に二桁の数を一つ選んで電話番号を作り、その番号にダイヤルする。それが世帯用番号で無ければそのバンクは捨て、世帯用番号であった場合はそのバンクを保持し、最終的に選択されるバンクに加える。このようにして m 個のバンクを選択する。

ステップ2:

ステップ1で選ばれたバンクで、二桁の数をランダムに生成して電話番号をつくり、バンク内で $k-1$ 個の世帯用番号を得るまでそれを続ける。

両ステップとも、世帯用番号かどうかは電

話に出た人との対話で確定する。上記の結果として全体で $m \cdot k$ 個の世帯用番号を得ることができる。

ステップ1で、あるバンクが最終的に選択される確率はバンク内の世帯用番号の数に比例する。また、ステップ2が終わると、それぞれのバンクでは k 個の世帯用番号が抽出されるが、その抽出確率はバンク内の世帯用番号の数に逆比例する。この二つのステップを合わせて、すべての世帯用番号に等しい抽出確率を与えて世帯用番号の標本が抽出されることになる。

この方法では、ステップ2の世帯用番号のヒット率が大幅に向上する。それは、ステップ1で世帯用番号を含まない無効バンクが完全に排除され、抽出フレームの縮小が達成されるからである。Waksbergは、ヒット率の向上は論理番号空間（本論文で稼働局番フレームと読んでいるもの）には「世帯用の電話番号がひとつもないバンクが多いからであり、改善の程度は空のバンクの比率に依存する」と述べている。

Waksberg(1978)はバンクの大きさを100にすることを提唱しているが、バンクの大きさは、1000でも、10でもこの方法を適用できる。バンクの大きさは小さい方が空のバンクを排除する効果は大きい。しかし、バンクを小さくするとステップ1で選出するバンクの数 m を非常に大きくしなければならない。ところがステップ1では空のバンクが排除されていないので、世帯ヒット率が低く、このステップでの作業量の増大は全体の作業効率を低めることになる。Waksbergが百位のバンクを薦めるのは、そのような得失を勘案した上でのことである。

この方法の大きな長所は、稼働局番のリストを準備するだけで、サンプリングを実行でき、ステップ2のヒット率を大幅に高めることができることだ。一方難しい問題もある。最も大きい問題は、世帯用番号かどうかを確定できなかつたり、確定するのに手間取ることがあることだ。その不確定が次の手順の進行を妨げる。ダイヤルしても、留守番電話だったり、呼び出し音がするが誰も応答しないというケースが少なからずある。それがステップ1であれば、次のステップで対象にするバンクがいつまでも確定しないことになる。またステップ2では、不適格番号であること確定して新しい番号にダイヤルするという手順を進めることができない。また、バンクによってはすべての番号を使い尽くしても k 個の世帯用番号が得られず、重み付けによる調整が必要になることがある。

5 下位乱数化法

電話帳の情報を生かしながら、電話帳に掲載されていない世帯も調査の対象にできる方法として、早くから使われてきた方法として、1) 電話帳から選んだ番号に1あるいは10を加えるプラスワン法や、2) 電話帳から選んだ番号の下位の何桁かを乱数化する方法がある。後者は、英語の文献では”add-a-digit”とか、”added-digits”などと呼ばれている(Lepkowski 1988)が、ここでは下位乱数化法と呼ぶことにする。プラスワン法に比べ、下位乱数化法のほうが理論的に議論しやすいので、この方法についてより詳しく吟味することにする。

下位乱数化法では最初に電話帳掲載の世帯

用番号を抽出するので、6000 の掲載番号をもつ局番内の番号は、3000 の掲載番号を持つ局番内の 2 倍の抽出確率を与えられる。抽出確率は、掲載番号の数に比例する。抽出フレーム内のすべての番号に同じ抽出率をあたえるという RDD の原理からすると、この抽出率は歪んでいる。この歪みは局番レベルのみでなく、千位バンクのレベルでも、百位バンクのレベルでも見られる。ただし、ある桁で乱数化するとそこから下位のバンクでの歪みはなくなる。しかし、上位の桁で発生した歪みを調整することはできない。抽出確率の歪みの結果、標本の電話番号は掲載番号の多いバンクに集中する傾向を持ち、それが世帯ヒット率を高めるひとつの要因となる。

下位の二桁を乱数化する場合、電話帳掲載番号を持たない百位バンクの番号が選ばれることはない。すなわち、そのバンクは実質的に抽出フレームから排除される。これは明らかに、抽出フレームの縮小として、ヒット率の向上に結びつく。しかし、たまたまそのバンクに非掲載の世帯用番号が存在している場合は、世帯用番号のカバレッジの損失が発生する。このようなカバレッジ損失の問題は、電話帳情報を利用するすべての方法に共通する問題であり、項を改めて論じることにする。

6 Sudman法

Sudman(1973)は、電話帳の情報と RDD を組み合わせて RDD 標本の世帯ヒット率を高めることができるとして、以下のような 2 段階の抽出方法を提案した。

ステップ 1 :

電話帳掲載数に比例して千位バンクを抽出する。

ステップ 2 :

ステップ 1 で抽出された各バンク内で無作為に電話番号を生成し、電話帳掲載の世帯用番号が一定数になるまで続ける。

ステップ 1 を実行するのは簡単だ。電話帳に掲載されている世帯用番号を無作為に抽出して末尾の三桁を除いた数字列を標識として持つバンクが選択されたとすればよい。たとえば、掲載番号 012-345-6789 を抽出したとき、上位桁が 012-345-6 のバンクが選ばれたものとする。このようにすると、掲載番号が 800 あるバンクは、400 のバンクに較べて二倍の確率で抽出され、掲載数に比例した抽出確率を与えられたことになる。

ステップ 2 では、掲載番号が一定数、たとえば 5 になるまで電話番号を生成し続け、その間に生成されたすべての番号をサンプルに加える。生成された番号には、非掲載の世帯用番号も、非使用の番号も、事業所用の番号も含まれる。ステップ 2 の抽出で掲載番号に注目すると、バンク内の掲載番号が多いほど個々の番号が選ばれる確率は小さくなる。たとえば、掲載番号を 5 個抽出する場合、掲載番号が 800 あるバンクでは $5/800$ 、400 あるバンクでは $5/400$ の抽出確率となり、一段目の抽出確率の逆の抽出確率によって、自動的に抽出確率が調整される。

生成された電話番号が電話帳に掲載されている番号であるかどうかを知るために、Sudman (1973)自身は、電話番号順に配列した逆引き電話帳を使ったり、電話の相手に尋ねることを想定している。今なら当然、コン

コンピュータに保存した電話帳データと照合する。

この方法では、先の下位乱数化法とくらべて、明らかな改善が見られる。それは、一段目の抽出確率の歪みが二段目の抽出で調整され、結果として等確率抽出が達成されることである。また、ヒット率の向上という面では、第一段階で、電話帳掲載番号がないバンクが選ばれることが無いいため、第二段階では縮小されたフレームから電話番号が抽出されることになり、世帯ヒット率が高まる。一方、世帯用番号がすべて非掲載であるバンクが排除されてしまうという問題は、この方法でも解消することができない。

Sudman は千位バンクを使って一段目の抽出を行ったが、百位のバンクや十位のバンクを使って同様に抽出フレームを縮小することもできる。バンクの大きさは小さいほうが、抽出フレーム縮小の効果は大きくなる。しかし、本来排除すべきでないバンク、すなわち世帯用番号がすべて非掲載のバンクを排除してしまう可能性は、バンクの大きさを小さくするとより大きくなる。Sudman が千位バンクを使うことを提唱したのはこの点を配慮したためである。

7 電話帳準拠 (list-assisted) フレーム

Waksberg の方法や Sudman の方法は、確率比例抽出法を使ってバンクを一次抽出単位 (PSU) として無作為抽出することにより、世帯用番号を含まない無効バンクが選ばれないようにするという戦略をとった。より直接的に世帯用番号を含む有効バンク (working residential bank) だけで抽出フレームをつくれれば、二段抽出という遠回りな方法を使わな

くとも、一段階の抽出で世帯ヒット率の高い電話番号サンプルを得ることができるはずだ。

カナダでは、電話会社の情報に基づいて、世帯用番号を含まないバンクを排除し、1 以上の世帯用番号を含む百位バンクだけで抽出フレームを造る「無効バンク排除法 (ENWB = elimination of non-working banks)」が使われている (Statistica Canada, 2001)。

しかし、米国にも日本にもカナダのような好都合な状況は存在しない。バンクが「有効」であるかないかの判定には、電話帳の情報を使うしかない。バンクごとに電話帳掲載番号の件数を調べ、掲載件数が 1 以上、あるいは一定数以上のバンクを有効バンクとする。この有効バンクから作成した抽出フレームは、list-assisted frame といわれる。これを「電話帳準拠フレーム」と呼ぶことにする。

電話帳準拠フレームには長い歴史がある。Cooper (1964) は、シンシナチ広域圏の調査で、番号順に配列された逆引き電話帳を使って有効バンクを選び出した。63 の局番から、有効な局番を 57、その中から有効な千位バンク 472 を選び、これを抽出フレームとして使った。Frankel and Frankel (1977) によると、1976 年の A. C. Nielsen 社の冊子に、電話帳掲載件数が 3 件未満の百位バンクを排除した抽出フレームを使う方法が紹介されていたという。米国の SSI (Survey Sampling Inc.) や GENESY Sampling Systems 等の会社は、全米の百位バンクの掲載番号件数の情報に基づいて抽出フレームを定義して、RDD 標本を調査会社などに販売するビジネスを行っている。有効バンクの条件は、利用者の要求に応じて、掲載番号件数 1 以上、3 以上、あるいは任意の数以上に自由に設定できる (SSI,

1998)。前田・土屋 (2001)は、1都3県の4251の稼働局番から、電話帳掲載番号を10個以上含む有効千位バンクを23447選んで抽出フレームとした。

日本全国の数千万件の電話帳掲載番号をバンクに分けてカウントする作業は時間と労力とコストを要する作業である。また、新しい電話帳が出るたびに、少なくともその電話帳が関係している地域のカウントをしなおす必要がある。しかし、現在のコンピュータの能力を使えば、この作業もさして困難なものとはいえないだろう。いったん電話帳準拠フレームのデータベースが出来上がれば、単純な一段階の抽出でRDD標本を得ることができる。またヒット率の向上もWaksberg法の二段目やSudman法などと同等になるはずであり、実用的な価値が大きい。それと同時に電話帳情報に基づく限り、それに由来する問題点から逃れることはできない。次節ではその問題を論じる。

8 電話帳依存によるカバレッジの損失と対策

電話帳情報を使う限り、あるバンクに世帯用番号が存在しても、現行の電話帳に掲載番号がなければ、そのバンクは抽出の対象からはずされる。電話帳準拠フレーム(list-assisted frame)が、「脚切り(truncated)フレーム」という別名を持つのはそのためである。抽出フレームから脚切りされるバンクは、電話帳原稿が作成されたあとに使われるようになったバンクや、すべての世帯用電話が非掲載であるバンクである。

カバレッジの損失を防ぐ方法として、Casady and Lepkowski (1993)は電話帳掲

載番号が0のバンクからも標本を抽出する方法を提案した。掲載番号の件数によってバンクを複数の層に分け、費用あるいは誤差が最小になるように層によって異なる抽出率を適用する。この手法は「非比例層化抽出法(disproportionate stratified design)」と呼ばれる。現実には、掲載番号1以上の百位バンクを1+バンク、掲載番号0の百位バンクを0バンクとして、この二つの層で抽出を行うことが多いようだ。0バンク層の抽出率は1+バンク層の4分の1とか3分の1になる。これにより、Waksberg法と同じように電話加入世帯を完全にカバーしながら、Waksberg法の煩雑な手続きによらず、一段階の抽出でRDD標本が作れるようになった。

一方、電話帳準拠フレームの脚きりによって生じるバイアスがどの程度重大であるかという検討も行われている。Brick, Waksberg, Kulp and Starer (1995)は、1以上の掲載番号を持つ百位バンクで抽出フレームを作ると、脚切りによるカバレッジの損失は電話加入世帯の3-4%に過ぎないことを確認した。この論文が指摘しているもうひとつの重要なポイントは、脚切りされたバンクに属する世帯と抽出フレーム内の世帯の間には、さまざまな特性値でみて有意な差が見られないということである。Giesbrecht, Kulp and Starer (1996)もほぼ同様の検証を行った。その結果、脚切りによって調査結果に重大なバイアスが生じることは無いというのが彼らの結論である。これらの論文の影響は非常に大きく、最近では、厳格な調査を要求する政府機関などのための調査でも、Waksberg法に代わって電話帳準拠フレームを使うことを容認する傾向が見られる。

(島田 (2003)は、非比例抽出法や電話帳準拠フレーム法の最近の動向について詳しく論じている。)

9 スクリーニングと稼動局番フレーム法の復権

最後に、使われていない電話番号を判定するスクリーニングについて言及する。ここでスクリーニングについて言及するのは、それが手法の一種や手法の一部であるからではないが、手法の実施可能性や評価に大きなインパクトを持つからである。スクリーニングは各国の電話システムに依存するので、米国で行われている方法と日本で行われている方法は違うかもしれない。ともかく、米国でも日本でも抽出後の RDD 標本に対してスクリーニング行われていることは事実である。米国には、Battaglia, Starer, Oberkofier, and Zell (1995)のように、スクリーニングの信頼度についての報告もある。

日本で行われている電話番号スクリーニングでは、電話番号をダイヤルした直後に、交換機が交換作業を開始する前に発信側に返ってくる電子信号を取得して、その番号が非使用であるかどうかを機械的に判定する。抽出後の RDD 標本にこの機械的なスクリーニングを適用することにより、多くの番号の処理分類(disposition)を「非使用」と確定し、その番号に対する処理を完了できる。

機械的なスクリーニングで、非使用と判定される番号の比率は、使用した抽出フレームにより異なる。全国の稼動局番フレームを使った日経リサーチの経験では、非使用番号の比率は63%に達する。前田・土屋 (2001)は

一都三県で千位バンクの電話帳準拠フレームを使って、自動判定された非使用番号が25.7%であると報告している。

稼動局番フレームでスクリーニングの効果が大きいの、このフレームがもともと非使用番号を多数含んでいるのだから当然だ。しかし、稼動局番フレームにとって、スクリーニングは単に効果大きいという以上の意味がある。もともとの稼動局番フレームは、極端に世帯ヒット率が低いため現実の調査に使えると考える人は少なかった。しかし、抽出された電話番号の多くをスクリーニングによって即座に「非使用」と判定できれば、残った電話番号の世帯ヒット率は十分に効率的な水準になる。稼動局番フレーム法は、稼動中の局番のリストを用意するだけで、一段階の単純な抽出でRDD標本を作ることができる。その上、十分に高い世帯ヒット率を達成できるとなれば、1) Wakesberg のように複雑で時間のかかる手順を要しないこと、2) 電話帳準拠フレームのように、電話帳データベースを維持する必要もないし、3) 世帯カバレッジが完全で脚きりの問題が発生しないなど、稼動局番フレームの長所が際立ってくる。日経リサーチでは2002年の夏から、日経新聞社の定期世論調査をこの方法で実施している。

10 おわりに

稼動中のすべての局番(市外局番と市内局番の組合せ)で構成する稼動局番フレームはRDDの抽出フレームの原型であり、電話世帯を完全に包含する。しかし、そこから抽出したRDD標本の世帯ヒット率は非常に低い。世帯番号ヒット率は「世帯用番号件数 / 抽出

フレームの大きさ」で表されるので、これを高めるには電話世帯のカバレッジを維持しながら抽出フレームを縮小する必要がある。二段抽出法をつかう Waksberg 法や Sudman 法では、一段目で世帯用番号を含まないバンクが選ばれないようにする戦略をとることで、二段目の抽出で実質的に抽出フレーム縮小が達成される。電話帳情報を使う手法はいずれも、電話帳掲載番号を含まないバンクが排除されることによる抽出フレーム縮小効果を利用している。電話帳準拠フレームは、一定数以上の電話帳掲載番号を持つバンクで構成し、一段階の無作為抽出で RDD 標本を作る単純さと高い世帯ヒット率が特徴である。電話帳情報を使う手法では、「脚切り」問題を回避することはできない。脚きりに対処するため、掲載番号の無いバンクからも抽出する「非比例層化抽出法」を提唱する立場と、脚きりによるバイアスは重大でないとして無視する立場がある。一方、使われていない番号のスクリーニングにより、稼働局番フレームでも世帯ヒット率を飛躍的に高めることが可能となり、実用的な抽出フレームとして利用できるようになった。

11 参考文献

- Battaglia, M., Starer, A., Oberkofler, J., and Zell, E. (1995), "Pre-Identification of Nonworking and Business Telephone Numbers in List-Assisted Random-Digit-Dialing Samples", *Proceedings of the Survey Research Methods Section*, American Statistical Association
- Brick, J., Waksberg, J., Kulp, D and Starer, A. (1995), "Bias in List-Assisted Telephone Samples," *Public Opinion Quarterly*, Vol. 59, No. 2, pp.218-235.
- Casady, R. and Lepkowski, J. (1993), "Stratified Telephone Survey Designs", *Survey Methodology*, Vol 19, No 1: 103-113.
- Cooper, Stanford L. (1964), "Random Sampling by Telephone: An Improved Method," *Journal of Marketing Research*, Vol. 1, No. 4, pp. 45-48.
- Frankel, M. R., and Frankel, L. R. (1977), "Some Recent Developments in Sample Survey Design." *Journal of Marketing Research*, Vol. 14, pp. 280-293.
- Frey, J. H. (1983), *Survey Research by Telephone* (1st edition). Sage Publications
- Giesbrecht, L., Kulp, D., Starer, A. (1996) "Estimating Coverage Bias in RDD Samples with Current Population Survey Data", in *Proceedings of the Survey Research Method Section*, American Statistical Association.
- Groves, R. M., Biemer, P. P., Lyberg, L. E., Massey, J. T., Nicholas, W. L., and Waksberg, J. (Eds.) (1988), *Telephone Survey Methodology*. John Wiley & Sons.
- Lavrakas, P. J. (1986), *Telephone Survey Methods: Sampling, Selection and Supervision* (1st edition). Sage Publications
- Lepkowski, J. M. (1988), "Telephone Sampling Method in The United State", Groves et al. (eds) (1988) 所収
- 前田忠彦、土屋隆裕 (2001), 日本人の国民性 2000 年度吟味調査報告 -電話・郵送・面接調査の比較-, 統計数理研究所
- Mitofsky, W. (1970), "Sampling of Telephone Households", CBS 社内メモ.
- Statistica Canada (2001), *The 2000 General Social Survey - Cycle 14, Public Use Microdata File Documentation and User's Guide*, Statistica Canada
- 島田喜郎 (2003), 「米国における RDD サンプリングの最近の動向」, 日本行動計量学会第 35 回大会発表論文抄録集, 日本行動計量学会(刊行予定)
- Sudman, S. (1973), "The Use of Telephone Directories for Survey Sampling," *Journal of Marketing Research*, Vol. 10, No. 2, pp. 204-207.
- Survey Sampling Inc., (1998) "Random Digit Samples", <http://www.surveysampling.com/>.
- Waksberg, J. (1978), "Sampling Methods for Random Digit Dialing," *Journal of the*

American Statistical Association, Vol. 73, No.
367, pp. 40-46.