

第32回“探索理論とOR”

— 部会シリーズ(11) —

昭和47年10月6日

出席者 渡辺一郎(科学技術庁)・松下行雄(出光興産)・安田八十五(東工大)
 探索理論部会 多田和夫(高崎経済大)・赤池 仁(日立情研)・金安岩男(日本IBM)・岸 尚(防衛大)
 研究普及委員会 森口繁一(司会・東大)
 記録作成者 岸 尚

探索とその目的

A 各種の防災問題に関心がある。災害が起こりやすいところを事前に捜し出すという型の探索が主題だ。

B 目標存在の事前確率分布の推定に、よい例がある。3,4年前、アメリカの潜水艦が大西洋の深海に沈んで大捜索をやったことがあるが、沈座位置の事前確率分布を推定するためにモンテカルロ・シミュレーションを使っている。潜水艦乗りや技術者で討議して事故発生の様子についていくつかのシナリオを作り、シミュレーションを行なって確率分布を計算した。おどろいたことに、実際の沈座位置はシミュレーションによる最も確からしい地点から数百ヤードと離れていなかったことがのちに判明した。

C 研究開発を担当させられると、研究者は自分のレパートリーで調査をやりがちだ。その道での経験ということが大事だとは思ふ。しかし専門家の選択・起用の妥当な方法は研究に値する。

A いまのお話で小話を思い出した。街灯の下で何か捜している人がいる。どうしましたと聞くと鏡を落としました。どこでと聞くとあちらの暗いところだという。それでは場所が少し違うがといえ、男答えて、しかし明るいとこでないと見えませんから。

B 探索にとって、事前確率の推定はその成否の鍵となる。まじめに研究しなくてはいけない。

A 最近では地震の予知について頭を悩ましている。地震波をとらえ、すみやかに震源地、規模を推

定して必要な処置をとりたい。たとえば10秒前にも地震の来襲を予知したい。ところが地震波の信号をノイズの中から拾いだすことがむづかしい。

B 地震波の発見はパターン認識の問題ともいえる。ノイズの中から有意の波形を捜し出す……これは通常の探索とは違った性格だろうか。信号ははいったのだが実際に見つかったのかどうかははっきりしないという点で。

C 通常の探索でも同じだ。現実のオペレーションでは常にノイズがある。過去の理論ではノイズレスとして扱ってきただけだ。

B なるべく早く地震の来襲を予知するといっても、それはコストとの兼ね合いではないか。

A そうだ。自分たちはいまのところコストは有限、一方ベネフィットのほうは無限というような近似的な考えで処理している。

B 未然に予知できたとして、10秒でどんな手を打つか。

A たとえば原子炉の制御だとか、新幹線の制御のようなことと考えていい。

C 社会工学の立場から、将来の都市のエネルギー源は電気が望ましいと考えるが、このような場合には、余裕時間は10秒なくてもよいと思う。いいたいのは、はじめに何秒かが与えられて警報システムを設計するのではなく、問題の都市システムのサブシステムとして警報システムを考えるべきだということだ。

B かつての探索理論は、たとえば10秒という時間を有効に使って探知確率を最大にするにはどうす

ればよいかといった形に構成され、比較的素直な解を得ている。最もそれらしいところから、最も安上がりですむところから捜して行きなさい。しかし、この分野にも最近、探索の費用、発見の価値という考えが浸透してきた。この考えから最適解を求めると、発見確率を最大にする解とは一般に一致しない。たとえば最も疑わしいところはあえて捜すなどという最適解が求まったりする。

あえて捜さない場合

C 石油開発は典型的な探索だ。限られた費用で最も効果的な開発をやりたい。試掘には億という金がかかる。掘るべきか、どこをどれくらい掘るか、出なければ次にどうするかといった計画が必要になる。

A 普通の探索では対象が存在することは確かだが、石油のように存在しないかもしれない対象の探索は、質的に違ってくるのではないか。

B 探索のコスト、発見の価値という考えを導入すると停止規則を定めることができる。こういう立場だと、対象の存在が確実でも不確実でも理論に質的な相異はない。その解はコストと価値の兼ね合いで、どこまでも捜せと教えたり、まったく手をつけるなと教えたりする。

C 国税庁の業務の一つに脱税の探索の問題がある。この探索には2段階という特徴があると思う。まず誰が脱税しているかを探索し、次に証拠を押えるという段階に進む。ところが捜す側と捜される側の競い合いがあるので、年々手口が複雑巧妙になっている。したがって、1段階目の探索がむづかしい。また脱税の摘発には、より高い見地からの考慮も必要で、きびしく摘発して国外の銀行などに預金されるより、国内の中小銀行に分散預金させたほうが国益となるという人もある。これは正義感と矛盾するけれども。

B 国民番号制などが議論されるようになってきたが、個人個人のプライバシーを尊重するために探索してはいけないものがあると思う。

A 価値論が関係してくるが、要は目的関数の妥当な設定に関わることだ。

B 発見の価値と探索コストの考えからは、青砥藤綱の行為はどう評価されるのか。3億円事件なんかも3億円以上を費してもまだ見つからない。

C こんな話もある。禁制の山の木を切った男が捕えられ、殿様の前に引き出されたとき、男は山の木

と人間とどちらがたいせつかと聞きなおった。殿様は、ならば人と法とはどちらがたいせつかと切り返す。殿様はこうやってやり込めておいて、あとは「措いて問わず」とある。これなども一文銭を見つければとか、男を捕えるとかいうことよりも、多目的なまたはより高次の評価尺度があるということだろう。

B 初期の探索理論は、たぶん海軍作戦のためそうなったのだと思うが、発見確率という単純な目的関数を念頭においておけばよかった。ところが最近ではコスト、価値の概念がはいり込み、決定過程としての様相が増してきた。搜索努力を入力とし、発見確率を出力とするブラック・ボックス、いわばこれが在来の探索モデルだが、これはたいへんまとまりのよいパッケージだった。それをより大きいパッケージに組み直すことは、しかしほんとうに有利かどうかという迷いがある。

A 探索理論には探索理論としてのローカル・カラーがある。あらゆる情報処理問題を探索理論の枠にはめることには不賛成だ。

B 呼び名は何であれ、在来の探索理論を特例として含むような理論であるには違いないだろう。統計的決定理論が統計的検定理論を含むように。

C 発見確率という目的関数を用いて決定を行なうてよい場合は多いが、他の目的関数を用いなければならぬ場合もあるという認識を得たというわけだ。

B 発見確率という目的関数だとか、ノイズレスという抽象化だとか、われわれはKoopmanによるあまりにも巧みなモデル化に馴らされ過ぎていたといえるのかもしれない。

捜される側の理論

B 探索する対象のしまって置き方も考えてみたい。対象が自然にあるのでなく、自分がしまっておく場合だ。いろいろの文献もそうだし、頭の中の知識もそうだ。探しやすくするために整理する。ソーティングなどということも探索と双対の活動だ。整理のしかただが、タオルとか石けんなどを別々にしまっておくべきか、多少の重複はがまんして、旅行用品というパッケージにしておくべきかも考えていいことだ。

C 情報の蓄積・整理と検索の密接な関係の指摘は重要だ。ぼくの体験だと、整理のよくない書類のファイルから必要なものを捜す必要が生じたときに

は、あれこれランダムに探す代わりに、その機会に“ソーティング”することにしている。探し出したときには整理も終わっている。

A 最近組合せ理論部会で高橋さんが紹介したおもしろい考えがある。実験計画法で Balanced Incomplete Block Design という方法があるが、この理論をポーズという人が情報検索に適用開発しており、専門家間で注目されているらしい。平たくいえば、キーワードのある組合せがしばしば現われるということがわかれば、それをなるべく同じブロックに入れておくと検索の効率が高くなるという考えだ。これはいまさきのパッケージという考えに相当する。

B ORの先達の一人である P.M. モースが最近図書館の効率化に関心を持って意欲的に研究・指導を試みているが、browser としてはほしい本がありそうな棚に努力を配分することが問題となる一方、図書館員としては browser の関心を持つ本がなるべくまとまったところにあるような分類をすることが問題だ。本が多くなってくるとさらに、いりそうもない本を適宜捨てることを考えなければならない。というのは、browser が一度にブラウザできる分量は知っているからだ。モースは適正な規模は一部門数千冊だとしている。

C 図書館の適正な規模だとか本の適切な階層分類などという概念は、他の場面にも応用できると思う。たとえば商店街の設計などにはどうだろう。このように、探索の効果ということをふまえて、対象

の事前分類の望ましい姿を考察することは魅力的な今後の研究分野になるのではないか。

A 見つかりやすいように対象を分類する。見つかってほしい、ということだが、お嫁さん捜しもこの例だと思う。欧米では、女性が男性の目に触れるようにそれなりのシステムができています。一方日本では、かつては親による探索システム、ネットワークがあった。いまはそれもないし、若者自体のネットワークも貧弱だ。

B おっしゃるとおり、いまの若い人たちの探索システムはたいへん粗末で気の毒だ。

C 社会工学の研究課題として本腰を入れてもらわないといけない。ふつうの探索理論では探索の主体は単数で、対象のほうが一つであったり、多数であったりする。多数対多数の探索、たとえばお嫁さん捜しのような場合の探索理論は、社会工学の見地から重要だと思う。この理論は一種の化学反応論のような特徴を持つだろう。たとえば、分子がどれくらいよく混合するかとか、運動エネルギーを持っているか、というような要因が関係してくるだろう。

B この場合、もちろん、個人個人の探索の良否ではなく、社会的、統計的な探索効果の最適性が追及されるわけだ。

A 商店と客の間の探索も、同じ観点から考えられるべきだ。探索理論はこういう方向にも今後大いに伸びていってほしいと思うがどうだろう。