

## 談話室

## 計算機によるゲームの研究をめぐる\*

一 松 信\*\*

0. 計算機による各種のゲームの研究については、以前から多くの試みがされてきた。本年6月22日から24日まで、京都大学数理解析研究所で、共同研究の一つとして、「計算機によるゲームとパズルをめぐる諸問題」の研究集会が開催された。この集会の概要は、物理学会誌の学界ニュース欄に近くのはずで、また詳しい報告が、すでに研究所講究録の No. 98 として刊行されているから、詳細はそれらを参照してもらおうこととする。ここでは、この種の仕事の意義といったものについて、考えてみたい。なおここでは、いわゆる「ビジネス・ゲーム」の類は除き、狭義の思考的ゲームに限る。

1. 一口に計算機によるゲームといっても、つぎのような種類が考えられる：

## I. 決定論的なゲーム

- (i) 必勝法が既知のもの
- (ii) 必勝法の存在は既知、具体的な戦術は未知だが、あらゆる場合の検証が、計算機によれば可能なもの
- (iii) あらゆる場合の検証が、計算機によっても、とうてい不可能なもの

## II. 確率的要素の入るゲーム

- (i) シミュレーションによる戦術の比較研究の有効なもの
- (ii) 統計的処理を主として考えるもの

これらは、それぞれ異なる方法と意義を有するように思われる。

2. I (i) にあげたのは、三山崩しのようなもので<sup>1)</sup>、それ自体としては、展示用か教育用以上の意味は考えにくい。ただし、むしろ他の理論との関連において、重要性のある場合がある。今回の研究集会での報告のうち、Shannon のスイッチング・ゲームは、そ

のグラフ理論による構成的な必勝法<sup>2)</sup>、とくに電気回路などの研究から導入された極木 (extremal tree) の概念の有効な応用例、という点に意義があるように思われた。また佐藤幹夫による、マヤ・ゲームの理論も<sup>3)</sup>、群の構造や表現論に、ゲームの立場からの解釈を与え、群論の研究に新しい方向を示唆するところに主眼があるようである。

II (ii) にあげたのは、たとえばルーレットのくせを分析して、金をもうけた(?) 話しなどである。ここでは計算機は、純粹に研究の道具として使われているのにすぎない。

3. 以上のよりも、計算機科学の方向に近いのは、I (ii) と II (i) とであろう。ともに数多くの実例 (シミュレーション) を通して、戦術を研究し、あるいは実例から法則を帰納することが主眼である。筆者も、三山崩しの変形の類で、この方向の実験は、かなりやったことがある<sup>4)</sup>。「法則の帰納」というと大きさであるが、必勝法の規則性とくに周期性の判定などは、比較的簡単なプログラムで可能である。計算機からの出力を、人間がらんで予想をたてることも含まれる。このあたりに、人間・機械系のごろな演習問題が、たくさんありそうである。これらは直接人工知能研究とはいいい難いが、非数値的な計算処理のプログラミング技法や、そのための言語開発などに、おもしろい話題を提供しているように思われる。

筆者自身、なにかの機会にのべたことがあるが、この種の目的には、大型機よりもむしろミニコン類を専用に使うほうが能率的なかもしれない。また言語も FORTRAN や ALGOL より、COBOL などのほうが向いているのかもしれない。乗除算や浮動小数点演算はほとんど不要、また記憶は1ビットないし数ビット程度の単位のものが多量にほしく、数値計算よりも、判定、探索、順序に整理、といった作業が大部分をしめるからである。結果をみての頻繁な入力も、必要なことが多い。

\* Around the works on games through computer, by Sin Hitomatsu, (Kyoto Univ.)

\*\* 京都大学数理解析研究所

■ 4. 今回の研究集会では、ゲームのほかに、計算機によるパズルの解に関連した話しも、いくつかあった。立体ペントミノの並べ方の数の調査とか<sup>9)</sup>、Knight tour (桂馬道) などである。これはパズル愛好家にいわせると、「トロール船で、魚をねこそぎとってしまう」ような、あるいは「自動車の上でかけ足をしてマラソンに出場したと主張する」ような印象をうけるらしい。しかし、完全な全数調査は、現在の計算機の能力では、解の総数が数千程度のもので限度であるらしい。むしろ新型計算機の長時間連続運転テスト用の課題としてふさわしい、という意見もあった。たしかに出力された解の整理(たとえば同類解をまとめる)は、これまで、すべて人力で実行されている。その能率よいプログラムを作ることは、至難の業である。

5. 人工知能研究として、もっとも興味深いのは、将棋や碁やチェスを計算機にやらせようという試みであろう。この場合、あらゆる変化をよみつくすことは、とうてい不可能である(上記の I (iii) の場合)。ふつうに行なわれるのは、局面やこまに重みをつけ、何手か先まで読んで、自分の点をできるだけよくする、あるいは、相手の応手による自分側の最小点を最大にするミニマックス的な方法で、手を選んでゆくものである。重みを自動的にかえるなど、ある程度学習機能をもったものも、考えられている。

将棋や碁そのものは、変化が多すぎて困難であるが、詰将棋や詰碁では、かなりの実験が成功している<sup>10)</sup>。出題者のうっかりみおとしていた別解を、計算機が発見した例もあるという。しかし現在の棋力は、どの程度なのだろうか。

6. かつて Simon が、チェスの世界選手権者は、遠からず計算機になる、と予言したのを聞いて、筆者はあまりに楽観的すぎると感じたことがある。ただそのとき、詰将棋の研究に、計算機を道具として使うような時代なら、わりあい早く、現実にくるのではないか、というようなことをのべた記憶がある。

7. 将棋や碁は大きすぎるが、今回の研究集会では、リバーシ (reversi; 源平碁) について、計算機で実験した報告があった。人間との対局例もあるが、大部分は相異なる方針にもとづく 2 つのプログラム同志を、1 つの計算機の中で対局させた実験である。学習能力をもったプログラムの成績がよいようだが、相手も計算機のプログラムで、その失着によって逆転勝したような例が目につく。ということは、こういう相手に対する学習だけでは、上達は望めそうもないのかもしれない。

ない。また人間が計算機と対局して容易に負けるのは、ふつうの人間がいかに弱いか、を証明しているのかもしれない。

8. 以上いくつかの例を示したが、そもそもこのような計算機によるゲームに、どのような意義があるのだろうか。

前記リバーシを報告した竹内郁雄は、つぎの 6 項目をあげている。

- (1) Sequential な過程による、ある種のパタン認識の問題
- (2) 非数値的計算の応用としての、プログラミング技法の問題
- (3) Tree scheduling の最適化の問題
- (4) ゲーム自身およびその定跡(必勝法)の解析
- (5) 学習の問題
- (6) 純粹のプログラマのためのレクリエーション

このほか、細井勉は<sup>11)</sup>、計算機同志の対局によって、計算機とプログラマとの、全体系の性能の比較検査をすることを提唱している。

少々とってつけたようなものもないわけではないし、まだ考えられる用途もありうるが、いちおうもともとと思われる。

ゲームそのものの解析も、リバーシのように、これまで定跡のよくわかっていなかったゲームについては、計算機による研究が、かなりそれを解明してくれたようである。ただ現在のプログラムはまだ不完全で、あるいは序盤と終盤と、アルゴリズムをかえる必要があるかもしれない。

9. じつは竹内は、さらにつぎの一項目をあげている;

ゲームの規則を記述する言語の開発

じっさい市販のゲーム類の解説書にある説明は、かなり杜撰なものが多い。疑問が生じたときには、適宜解釈を加えて進めるしかない。この方向の言語は、線型グラフ上の種々の操作を記述する言語作成への第一歩であることが期待される。ひいては「有限の数学」の諸問題のプログラミングを容易にすることも望まれる。しかしそのためには、たとえば線型グラフのような図形そのものを(行列表現という形でなくもっと図形的なままで)、計算機にどのように入力させ、処理するか、といった問題から考える必要があるだろう。

10. 人工知能研究は、近年下火となった感じで、「現代の錬金術だ<sup>12)</sup>」と極言する人も現われている。ゲームをやる、というのは、かなり特殊な知能であって、

それ自体が大きな実用価値を有するとは考えにくい。しかしその記述言語や手法の開発は、計算機科学の基礎研究として、重要な話題である。計算機によるゲームの研究が、けっして単なる遊びや、ショーのための展示用ではなく、重要な意義をもつことを、認識していただきたい。前記の研究集会の趣旨も、一にこの点にあったからである。

#### 参 考 文 献

- 1) たとえば、五十嵐滋, ALGOL 入門, 日科技連 1961, 中のプログラム.
- 2) J. Bruno-L. Weinberg, IEEE Trans. on circuit

theory, 1970, 2月.

- 3) たとえば, 一松 信, 石とりゲームの数理, 森北, 1968. 詳しい証明は講究録にある.
- 4) 3) に引用した書物参照.
- 5) たとえば, Bouwkamp, J. of comb. theory 7 (1969) 278~280.
- 6) たとえば, 越智利夫, 詰将棋をとくプログラム, 第 10 回プログラミングシンポジウム報告 (1969) B 2~4.
- 7) 6) に引用した報告集, B 4~6.
- 8) 石田晴久, 遠のいた人工知能の夢, 自然, 1970, 8月号, 24~33.

(昭和45年8月4日受付)