

蘭学資料研究会

研 究 報 告

第 1 1 9 号

幕末航空資料補遺
—『玉石志林』の気球その他について—
升 本 清

『改算記』(1659)の弾道表とその起源の問題
—初期の蘭学(?)と和算—
板 倉 聖 宣

1 9 6 2 ・ 9 ・ 1 5

「改算記」(1659)の弾道表とその起源の問題

—初期の蘭学(?)と和算—

いば くら きよ のぶ
板 倉 聖 宣

この報告は蘭学資料研究会への研究報告として適切であるかどうか分らない。この研究ははじめ、蘭学とはまったく別のところから始められたものであって、現在でも、この問題は蘭学と密接な関連がありそうだということぐらいしか分っていないからである。つまり、これは蘭学史でも問題になりうるかも知れないことがらを報告しようとするのである。またこの研究の大部分はすでに「科学史研究」に3回にわたってすでに発表してある。それにもかゝらずここであらためて発表させていただくのは、ここで報告する多くの事項については口頭発表する機会をもたなかったし、これを蘭学史に関する専門の方々にきいていただいて、批判検討をおねがいする方が有益であろうと考えたからである。これらの点について御了解をえられれば幸いである。

1. 「改算記」

「改算記」というのは「和州郡山の住、山田彦右衛門尉正重」の書いた和算書であって、上・中・中の三、下の4冊からなり、吉田光由の「塵劫記」とならんで、江戸時代にもっとも普及した大衆的和算書の一つである。現在までのところ、「万治2年己亥2月日」(1659年)刊行のものが初版であると考えられている。

著者山田正重について目次のあとに「和州郡山の住」とある他は、本書「中之三」の巻に「右普請一卷は、我が父克年江戸京大坂之御普請に交て数度多かりし事共なるを割渡し候より、其あらしをしるす」とあるだけで、その他はまったく知られていないらしい。

「改算記」には万治2年(1659年)に中野氏道継によって刊

行されたもののほかに、天和3年(1683年)に武村新兵衛が刊行したものがあつたが、この2つは全く同じ板木を使うたものである。江戸時代には「改算〇〇〇」とか「〇〇改算記」という本がたくさん出版された(平山謙氏は59種をあげている。)がそのうちの一部に「改算記」に注を加えたりしたものがある。一番新しい版は1830年刊行の「新刻新增改算記大全」あたりであろう。

2. 「改算記」の弾道問題

「改算記」がここで問題になるのはこれに「鉄炮玉の飛行図」に関連する問題がでてゐるからである。その問題の全文をのせるとつぎのとおりである。ここに「同小筒定目当」とあるのは第15が「鉄炮火矢仕懸やう」をうけているので、「鉄炮小筒定目当」の意味である。

「第16 同小筒定目当」

1 筒	星より	1寸1分7厘9毛	上をねらうなり
2 筒	星より	8分5厘8毛	同理
3 筒	星より	5分5厘5毛	同
4 筒	星より	2分6厘9毛	同
5 筒	星をつきわり		
6 筒	星より	2分5厘1毛	下をねらうなり
7 筒	星より	4分8厘5毛	同
8 筒	星より	7分0 2毛	同
9 筒	星より	9分0 1毛	同
10 筒	星より	1寸1分9厘	同
15 筒	星より	1寸5分2厘7毛	同
20 筒	星より	1寸9分5厘	同
25 筒	星より	1寸8分9厘6毛	同
30 筒	星より	1寸7分3厘	同
35 筒	星より	1寸4分6厘2毛	同
40 筒	星より	1寸0 8厘3毛	同

45 間 星より 5分9厘6毛 下をねらうなり
50 間 星をつき割り
55 間 星より 7分0厘2毛 上をねらうなり
60 間 星より 1寸5分1厘7毛 同

右、小筒のねらいは5間、50間ほしにのせ、20間をとうけにして割付なり。或は筒の厚薄、薬のかけんにて少しづつの違いは有るべきなり。」

これに「鉄炮玉の飛行図也」とした図が この問題のすべてである。

3. 「改算記」の弾道表の意味

上の問題はいきなり見たのではなにをいっているのか一寸まごつくが、これは鉄炮玉のとび方と、それにもとづく鉄炮のねらいの定め方(めあて定め)とを示したものである。

たとえば、「35間、星より1寸4分6厘2毛下をねらうなり」というのは、「鉄炮玉を普通のとおり、ねらいをつけてうつつ、35間の距離では目標点より1寸4分6厘2毛だけ上のところにとんでいくから35間のところにあるものに命中とせるには、目標点よりも1寸4分6厘2毛だけ下のところをねらえよ」というわけである。

ところで、こう考えるとおかしなことがおきる。1寸といえは約3cmだから1分は約3mm、1厘は約0.3mm、1毛は約0.03mmということになる。いったい1寸4分6厘2毛などというところをはかることができるだろうか。そんなことはできはしなし、そこを35間もはなれたところでねらいうてなどということとは全くできっこない。だから、この問題は表面上は非常に実用的にみえて、その実は全く非実用的なのである。

4. 「改算記」の弾道表の内容——叙物條

そこで次に問題になるのは、それではこの表はどうやって作っ

たのか、ということである。

実験的に測定して作ったのではないことは、先の理田によって
確実である。これは何らかの計算によって導びかれたか、デタテ
メにもっともらしく細かい数字を並べたてたにすぎないかのど
ちかであろう。

ところが、この数表をいろいろしらべている中に、私たちは面
白いことを見つけた。つまり、この数表の上の数字は2つの点を
除いて、次の2つの方程式

$$\text{即ち } y = 1950 - \frac{130}{15} (x - 20)^2 \text{ ----- (1)}$$

$$\text{または } y = 1950 - \frac{130}{15} \left(\frac{x - 20}{2} \right)^2 \text{ ----- (2)}$$

にぴったり合うのである。0～20間までのところが(1)で、20
～60間までが(2)で20間のところはどちらにもあてはまる。
うまくあてはまらないのは10間のところの1190(毛)と15
間のところの1527(毛)で、計算値はそれぞれ1083(毛)と
1733(毛)になる。このほかは30間のところで1733(毛)
となるべきところ、1730(厘)となっているところだけが、(お
そらく3毛という文字の単なる脱落のためであろう)計算に合わ
ないだけで、あとは毛の位まで完全に計算と一致している。

毛の位までこんなにたくさんの数字が1つや2つの方程式でび
たりとあらわせるなどということは偶然には起りえないことであ
る。しかもその2つの方程式(1)と(2)とはごく少ししからがっ
ていない。とすると、これは偶然の結果ではないと考えなければ
ならない。

つまり、「改算記」の数表は計算した結果、でてきた数だと考え
なければならない。

ところで、上の方程式は放物線の式である。だから、この弾道
表は鉄炮玉が放物線上をとぶものとして計算されたものだ、とい
うことになる。

5. ガリレイの放物線弾道の理論(1638年)

弾丸のみならず、一般に、なげとばされたものは放物線を描くということは、ガリレオ・ガリレイの見出した近代力学のもっともいちぢるしい成果の一つである。ガリレイはこれをその力学的な研究から17世紀前半に見出し、1638年にオランダから出版された「新科学対話」——日本ではこの名前で一般に知られているが直訳すれば、「機械および地上運動に關する2つの新科学についての講話および数学的証明」であって、講義の部分がラテン語、対話の部分がイタリア語で書かれている。——によつてはじめて公けにされたのである。（もっともこの結論だけに関してはガリレイの弟子のカヴァリエリが1632年に公けにしまつて、ガリレイの積教をかつたことがある。）

したがつて、たとえば断片的であるにしても放物線にのるよつに計算された弾道表をのせた和算書が1659年という年に出版されたということは注目すべきことであるといわねばならない。

6. 放物線弾道表の起源(1) —— 独創説の困難 ——

そこで、次に問題になるのは、どうして「改算記」にそのような弾道表がのるよつになつたのか、ということである。いかえれば、この弾道表はだれがどうやつて計算したものであるか、ということである。この答えはとりあえず、次の2つ

- ① 日本人が独創的に見いだした。
- ② 外国から輸入した。

に分けて考えることができる

もしこれが独創のものだとしたら、これはすばらしいことである。当時の和算家の才能はいままで考へられていた以上にはるかにすばらしかつたものと見なければならぬ。

もちろぬ、このような表を作るには力学の知識がなければならぬということはずしむいえないし、2次方程式といったものを使いこなせることも必ずしも必要でない。第2階差が一定になるよつに数字をならべてゆけば、あまり高度な数学をしらなくて

も結果的には2次式で計算したのと同じことになる。

しかし、そういうことをやるにしても、そのような数学的な処理は、これまで考えられていた1659年ごろまでの日本の数学者の能力をはるかにこえるものである。和算では幕末まで放物線に関する議論はこのほか一度もなかったことが思いかえされる必要がある。

したがって、私はこれが日本の和算家または砲術家の独創になるものだ、という考えをとることに躊躇せざるをえない。

7. 放物線弾道表の起源(2) 輸入説・日本の事情

そこで、私はこの弾道表はヨーロッパ起源のものであることを強いられるのであるが、輸入説の方も必ずしも容易ではない。

これまで、日本の数学——和算の発達がヨーロッパの数学の発達と無縁だったということが強調されるとき、しばしば、この時期の日本は鎖国時代で、ヨーロッパの数学から影響をうけることなどありえなかった、ということがいわれてきた。そこで、もしここでガリレイの力学理論によって計算された弾道表がヨーロッパから(中国経由でもよい)輸入されて、それが有力な和算家山田正重の目にとまったとしたら、上のような常識的な考えは不用心に使えないことになるであろう。

もっとも、いわゆる鎖国によって日本は完全に外国からきりはなされたのではなく、いくつかの部門では鎖国以後かえってオランダあたりとの交渉を深めた面がある。白砲術はその好例であって幕府のまねきによって、1639年と1650年の2度にわたり、オランダの砲術師が日本で白砲術の実射をして、その技術を伝授している。

また1638年頃に平戸の古川治郎左衛門はオランダ人から「紅毛(オランダ)火術録」の白砲術の伝授をうけたということが知られている。

したがって小銃に関する弾道表が日本に入ってきたとしても不

思議とは思われない。しかし、それは不可能ではないというだけで、具体的に考えるとやはりいろいろの困難がおこってくる。山田正重のような田舎の和算家の手に最新の放物線弾道表が伝えられる機会にはどんなものがあつたのか、これが分れば、この時代のヨーロッパの知識がどのようにしてこっそり日本に入ってきたかということが明らかになるであろう。そうなれば、この時代の日本の文化に関する研究も発展するにちがいない と思うのでこの点御教示をえたいと思っている。

9. いろいろな可能性

そこでわれわれはいろいろな可能性を考えてみた。

- ① もしかすると、ガリレイ以前にヨーロッパの砲術家や数学者のどれかが実験式的に小銃の弾道を放物線として計算していたかも知れない。小銃の研究はめだたないのでヨーロッパの科学史家はこんなことを見落している可能性がある。16—17世紀のヨーロッパの砲術家や数学者なら、このような実験式的な研究が十分できたということには多くの証拠がある。「改算記」の弾道表はこういう系統をひいているのかも知れず、ガリレイも力学の理論をつくるまえにあらかじめ結果をしっていたかも知れない。
- ② ガリレイの本の出版元であつたオランダは、他のヨーロッパ諸国とらがって実地の砲術家の間にもガリレイの放物線理論が早くからとり入れられ、小銃にも適用とれて弾道表がつくられていたが、その一つが日本に来たのかも知れない。
- ③ 日本にきた弾道表は臼砲用などの放物線弾道表だったが、日本人がそれを小銃用のものとして改作したのかも知れない。
- ④ 先の2つの方程式にでてくる $\frac{43}{15}$ というのはオランダの長さの単位のドイム (duim) を日本の寸になおすときにでてきた数字かもしれない。(「度量早見」(明治6年)によると、1ドイム(拵) = 8分6厘3毛35で、一方 $\frac{43}{15} = 0.8666 \dots$

であってかなり一致する。

☆ ☆ ☆

どのようなことがあるにしても、1659年の「改算記」にのった弾道表が放物線として計算されたものという事実は、日本の科学史やヨーロッパの弾道学史にかなりの影響をおよぼさなければならぬ性質のものと思われる。

われわれはまだ、鎖国初期の日本の蘭学やオランダの科学について、まったく貧弱な知識しかもっていないので、批判をおねがいしこの問題の解決のためのお知恵を拜借したいと思っている。

「科学史研究」(岩波書店発行——日本科学史学会編集) 55号 P.P. 20~30, 56号 P.P. 7~12, II. 1 (1962) P.P. 75~85.

日本科学史学会編欧文論文集(表題未定)所載の英文論文が近く発行されるはずである。

昭和37.9.15日 発行

蘭学資料研究会
研究報告才119号
(頒価 円)

幕末航空資料補遺

升 本 清

『改算記』(1659)の弾道表とその
起源の問題

板 倉 聖 宣

東京都千代田区神田豊島町3 藤井ビル

緒方医学化学研究所内

蘭学資料研究会

代表 緒 方 富 雄

(振替 東京 21665番)