

銃の進化とバネとの相関

(平成 29 年 3 月 1 1 日銃砲史学会例会発表内容)

はじめに

多くの火器の進化要因、背景、開発、具体的機構や威力について調べてまとめてきた。例えば①発火方式の進化（火縄、すい石、パーカッション、金属薬莢など）、②装填の方式（前装か後装か）、③ライフリングの威力（滑腔と回転する弾丸）、④単発から連発へ、⑤火薬の種類（黒色か無煙か装薬や雷管）そしてその結果、総合的に火器の命中率や威力、耐久性、生産効率、調整や整備、取り扱いその他諸々な局面についてだ。そして各国における銃器の歴史、特に日本の火縄銃。しかし一つ重要な点を忘れていた。

それは火器における「バネ」の存在だ。

「リーフスプリング（うす板バネ）からコイルスプリング（発條）の変遷の重要性」が抜けていた、この発表はそれが主題である。（コイ

ルスプリングにはいろいろな日本語があるがここでは「発條」とする)
さらにバネを観察することで火器の近代化に加え、日本の火縄銃の
機構の特性からみたその原点にも触れてみたい。火器のバネの定義
はふたつ以上をもって一組とし火薬もしくは雷管を撃発する機構と
する。



(和製・堺ゲベール銃機関部 板バネ 2個 1組使用)

日本の火縄銃にも必ず引き金を吊る「逆鉤」がある。

1、バネとは何か？ (バネの定義)

「バネ (spring) は機械要素 (mechanical elements) のひとつであり、
物体の弾性変形を最大限に利用すべく適当な形状として、その結果
生ずるエネルギーの吸収、あるいは蓄積の能力を最大限に発揮する

ように設計、作られた部品である。」(渡辺 彬著「ばねの基礎」)

今回の発表は物理学的な観点ではなく主として社会学的な観点から火器の発展をみていく。「バネ」は日本語であり、英語では「スプリング」と言う。「弾性のある物体が物理的な力で変形した状態から元に戻る」その物体状況を言う。物理用語では「復元」「復元力」ともいう。さまざまな場所にさまざまな種類のバネが使われている。しかし今回のテーマは火器であるので、金属性バネと火器の発展をみる。例えば自動車には数千に及ぶバネ部品が使用されている。



(Hashima Group HP)

2、 バネの特徴 バネの三大特徴は

イ、 復元力

ロ、 エネルギーの蓄積と放出

ハ、 固有の振動数・・・である。

ここでは武器兵器に使われる部品としての耐久力を加えたい。

板バネを長く伸ばし巻いたものは「うす板巻バネ」と呼び、発條（コイルスプリング）とは理論的に別なものである。



(KSSC online Store HP)

3、 バネの種類とその文明

主として2種類に分類される。

(ア) うす板バネ（リーフスプリング）

(イ) 発條（コイルスプリング）

うす板バネの文明のなかでの採用を「弓型バネ」と書いてある資料もあるが、弓と言う武具そのものがバネであった。木、タケ、動物の骨やゼラチンなどで製作したもので、鋭い鍔をつけ、矢羽で方向性を維持するものだ。これは古代より使われていた。



(和弓各種)

4、 火縄銃以外の日本近世のうす板バネ

古く火器機関部に使用されたバネは横U字型真鍮バネ、延べ板を巻いたゼンマイバネとその逆鉤バネは真鍮板が多かった。

鉄薄板バネは強さがあり、製作もそれほど難しいものとは考えられないが、江戸期までの日本では箱錠など一部にしか使用されてなかった。うす板バネの使用は鉄砲を除くと近世まで限られていた。



和箱錠

(右の下の角い部分、二重の上がうす板バネである)

5、 うす板バネは 19 世紀末まで銃には使用された

発條（コイルスプリング）は 19 世紀初頭に開発されたが、銃はそれから約 1 世紀、相変わらず薄板バネを使用していた。

19 世紀の火器、フリントロック、外ハンマー式（ゲベール、ミニエ、スナイドル、など）



（上はすい石銃機関部外部、下はミニエ銃機関部内部）

欧米のすい石銃、パーカッション銃の機構は鉄製うす板ばねである。6

特徴的には一組のうす板バネを横V字に使用し、火打石を鉄板

に当て発火する銃には3つ一組の鋼鉄製板ばねが使われていた。

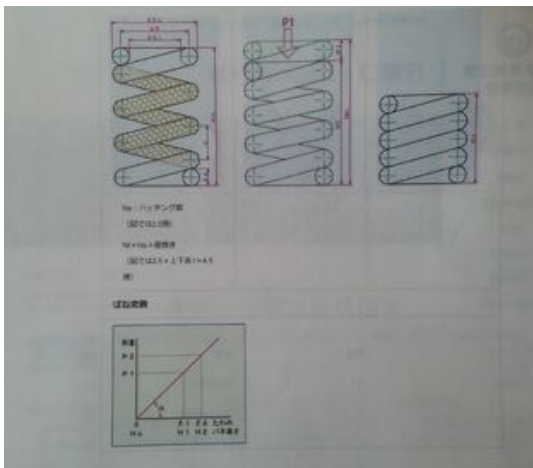
これは銃の命中精度に影響を与えた。(瞬発性に問題がある)

6、発條 (コイルバネ、丸棒バネとも言う) の活用

18世紀末期から19世紀初頭、欧州の鍵職人が発明したと言われているので比較的新しいもので、時代的にも産業革命による鉄鋼生産の進歩とそれらを使った様々な機械需要が背景にあらう。しかし

発條が開発されてもうす板バネが火器の撃発機構の主流であった。

圧縮コイルバネが小火器には多く使われ、イ、ロの特徴が活用されているが、このバネの力の強さの調整は、材質、丸棒の太さ、ピッチ(数、長さ)、直径、巻数などの係数で計算する。



(圧縮コイルバネの計算 マルホ

発條工業HPより)

7

同じ材質と量であるとコイルスプリングは概算でうす板バネの 4.5

倍のエネルギーを発生すると言う。 (計算式略)



「九九式軽機」の複座発條、大体 2.5 分の 1 に圧縮する

7、発條の製作

発條（コイルスプリング）製作には、熱間形成と冷間形成があり、細かい長いバネの場合は冷間形成である。太い短い強いバネ（遊底に使うもの）は熱間形成である。

コイルバネの設計に関して最初は経験的に各々の機械に合わせて開発していたようだが、現在はさまざまな計算式があり、設計からの作業である。

金属であるから疲労、へたみと言う問題が存在し、武器兵器にはこれは重要な要素である。しかし繰り返し回数は一千万回と言われ、銃が損じるまで損壊しないことを意味している。

8

8、「産業革命」が実用的発條（コイルスプリング）を生んだ

良質鋼生産と加工が可能になった。次にはコイルスプリングを使用する機械製品需要が多くなった。

産業革命後、火器は著しい発展を示した。その転換点を欧州におけるクリミア戦争（1855－58）と米国南北戦争（1861-65）ととらえた。

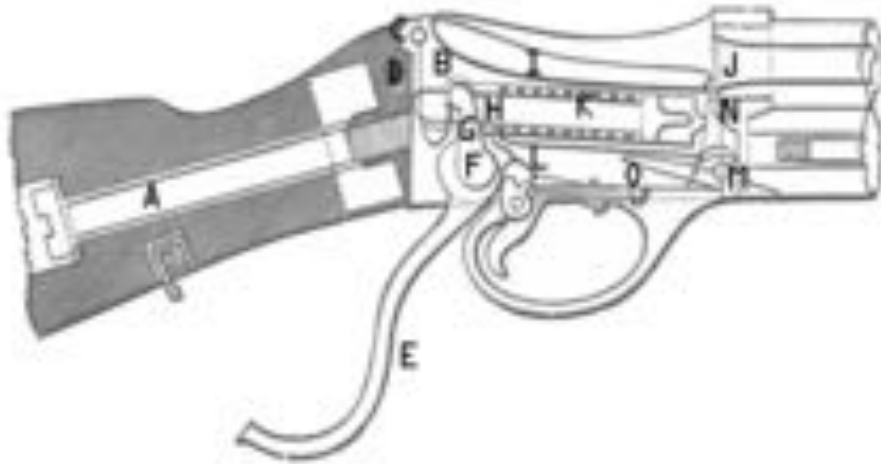
日本の明治維新や中国清国動向も無関係ではない。

クリミア戦争、米国南北戦争の主力銃であったミニエ方式小銃はその典型であるが、米国南北戦争で出現した連発式騎兵銃（多くはレバーアクション）、筒弾倉（チューブマガジン）には発條（コイルバネ）が使われた。

撃発に使用するバネも機関部のスペースの関係から小型コイルスプリングであり、筒には細い長いコイルスプリングが弾薬の装填の為に使用されていた。「ヘンリーマルティニー」銃はその中でも画期的な小銃の一例だが、撃発バネは非常に小型で、その力は強い。

欠点はその種の発條の耐久性のなかったものであることは想像できる。下の図はヘンリーマルティニーライフル小銃の機関部である。

レバーを操作して撃鉄を上げる。



(ウィキ)

(太い線は大きな力に耐性が強く、細い線は小さな力で大きく動く
弾性限界ないでは使用による力の減衰は少ない)

余談だが、銃の機関部と銃前とは大いに近く、英語では lock,bolt
など鍵用語が使われている。

9、日本製小銃への発條活用

日本では村田二十二年式小銃（1988年）がコイルスプリング銃の最初である。村田銃十三年、十八年式は明治政府が開発、生産させた槓桿式小銃であったが、バネは松葉型、V字横置きであった。それらを三角形の槓桿の内部に収めた。

二十二年式は画期的な小銃で、遊底・槓桿・筒状弾倉を使用した。



(村田二十二年式小銃、陸上自衛隊武器学校小火器館)

10、火器撃発瞬発の重要性

火器の特徴の一つの「発火が瞬発であると弾丸の命中精度が良い」と言う点に絞って述べる。例えば近代銃においても弾薬が銃の薬室に装填されたとき、隙間が全くない状態が緊要である。そのために火器の開発者は薬莖の形状、縁などに留意した。隙間は瞬発を妨げる。火縄銃でも全く同じで、黒色火薬は生火をもって発火させるが、何らかの理由で発火が一瞬でも遅れると弾丸は照準したところに命中しない。英語では headspace という。

1 1、そこで生まれた「モーゼル方式小銃」



(モーゼル K-89)

モーゼル方式小銃は 19 世紀末から 20 世紀当初にかけて全世界的ほとんど同時に開発された。発射の手順は槓桿を後に動かす。前に進めて右に倒すことで弾倉から弾薬を薬室に装填し閉鎖、引き金を引くと槓桿を附属している遊底内の圧縮された「コイルスプリング」が撃針を押し出し、弾薬中心の雷管を打ち、金属薬莢内の綿火薬を爆発させ、弾丸を銃身のライフレリングに嚙ませながら発射する方式で、詳細な機構や口径、薬莢の大きさは異なるが、弾倉には 5 発程度の弾薬を一発ずつ手込めする小銃だ。安全装置も付属した。





(上、槓桿を立てて引いた状態、下、押し込み閉鎖し撃発にした状態)

1 2、世界のモーゼル方式小銃

日本は明治三十年(1898)に「三十年式」、ロシアは「モシンナガン」、英国は「エンフィールドM I」、米国は「スプリングフィールド」1907 独逸は「モーゼルK-1989」などを制定した。大体銃身長 100 cm、全長 130 cmを基準とした大きさであった。銃剣を装着し白兵戦闘に耐える頑丈な火器だった。有効射程距離は数百m、ラダー、もしくはタンジェント型照準器は1000m以上を照準できた。

これらの小銃が日露戦争に始まる20世紀前半の大戦争の各国主力装備だった。精密射撃の概念から言うと、弾薬後部中心の雷管を強い力

で間髪なく発火させることが非常に重要であった。発條の長さは7
－ 8 0 m mほどある。

13、発條は広く武器兵器に使用された

細い長い発條はあまり熱しなくても製造できた。材料は鋼である。

直径が太く短く強いものは鋼を熱して焼きを入れて製造した。

いずれも、弾性限界があり、その数値内なら引っ張りにも圧縮にも同
じ力を出す。また限界内なら長時間の引っ張り、圧縮に耐える。

火器の機関部ではコイルスプリングは圧縮して使用された。



(衝撃信管に使

われた発條、1本で使う、2本を絡め目標に硬さに合わせた)



(シグ 220 には何個の発條が使われているか?)

答えは6個である。複座、弾倉、撃針、撃鉄、引き金の逆鉤

弾倉は主に筒型、箱型があり、その内部にも発條(コイルスプリング)が内蔵されており、内部に弾薬が装填されると圧縮され、薬室に弾薬が送られると延びる。(その他に弾倉を抑えるうす板バネがある)

14、コイルスプリングが自動銃を生んだ

コイルスプリングが19世紀末未来の火器を作った

自動拳銃、自動銃、半自動銃、機関銃、信管その他多くの兵器へ採用された。



(ブローニング液冷重機関銃 (20世紀初頭) 陸自武器学校)

発條 (コイルスプリング) の出現はまずマキシム、ホチキスの機関銃に採用された。マキシムは反動利用方式、ホチキスはガス圧方式であるが、機関銃には遊底を発射により前後させるためには発條 (コイルスプリング) はロッド (活索) の周りに位置し必要不可欠であった。さらに自動拳銃 (半自動の南部 1902、コルト 1911、ルガー1908 など) にも機関部だけでなく、楕円形のコイルスプリングが箱型弾倉に使用された。機関銃でいえば何度か書いて説明したが、発射速度は (分間何発と言うような能力) はメインスプリングの強弱で 17

調整するのではなく、尾筒の後部の別な短い発條（コイルスプリングのバッファ）の強弱で調整する。

手榴弾、砲弾の打撃信管の内部にはコイルスプリングが入り、コイルスプリング独特の形状からひとつで、これらを二重にして使用することがあった。

15、スプリング開発・製造会社

発條を設計・開発・製造する会社の数は多い。多分、日本の得意業種だろう。部門的には設計開発から総合スプリングまで、板バネプレス、コイルスプリングの両主、それに専門会社は、ワイヤーフィミング、極細極小、カラミ防止、特殊材質、標準、難加工形状、試作などなど。日本には数百におよぶスプリング製造会社が存在する。しかしバネはあくまでも部品であるので、専門分野に分かれた中小の下請け会社に位置づけられている。大会社は少ない。

大手は三菱製鋼。

萱場は、現在自動車の衝撃関連製品で有名だが、製品は帝国海軍「赤城」「加賀」など大型空母の着艦装置に使われていた。



(帝国海軍空母「赤城」、進行方向に向い左に艦橋があるのが特徴)
バネは左側艦の後方の甲板部分と着艦フックワイヤーに使われた。

16、日本の火縄銃とバネへのこだわり

日本の火縄銃のルーツに対しての議論は多いが、バネを工夫する、発火機構にこだわる、この点から観察していくとルーツは欧州であることに間違いなく、イスラムやアジア各地の銃のものとは明らかに異なる。さらに江戸期には巻ばねを利用し、火挟みを落とすモーメントとその弾きの強さにこだわった。二つのバネを使用することで、それを解決した。弾きバネと逆鉤バネだ。左のバネを抑える板。



日本の火縄銃の機構に真鍮が多く使われていた、理由はすでに何回か発表しているので、略す。



(上は外バネ方式、下は内バネ方式)

バネの語源は「跳ねる」という言葉という説があるが、もっと絞りこみ火縄銃の「弾き金」から来たという説がある。ゼンマイバネは現在、製作は難しいがうす板バネの一種であり、「するめ」という俗語がある。

日本の火縄銃は引き金位置が一定しており、「ほとんど、形は異なるが銃床の真ん中である。」

地板が長く頬当て照準がしやすい、引き金が引きやすいという特徴がある。アジアの銃は引き金位置が前方である。

逆鉤は長いシアバーで引き金を支えるのでこの位置にしたとも考えられる。アジアで本物の逆鉤をみたことなく、※

メインスプリング、ほとんどが外の針金状のものであるが、それを直接解除する仕組みであった。この点から日本の火縄銃のロック（機関部）のバネの使用はさらに研究されるべきであろう。



所 装吉著「図解古銃事典」のカラクリ、地板の穴からも逆鉤があったとはおもえない。

おわりに

発條（コイルスプリング）は家庭内で洗濯はさみから電子部品まで様々な商品に使用されている。武器兵器への活用は一部であろう。

火器だけでなく、航空機、艦艇、車両、火砲、ミサイル、様々な兵器に発條（コイルスプリング）は活用されているが、南部設計の試製短機関銃はバッファーに空気を使った。恐らく将来はガス、空気を使用するもの、車のエアバッグに代表されるような衝撃を吸収したり、衝撃を与えたりするものに気体を使用される時代がくるだろう。



（南部試製短機関銃 1930 年代初頭）

参考文献：

蒲 久雄著「ばね 基礎のきそ」日刊工業新聞社

山田 学著「ばねの設計と計算手法」日刊工業新聞社

小玉 正雄著「ばねのおはなし」日本規格協会

渡邊 彬・武田 定彦「ばねの基礎」パワー社

所 装吉著「図解古銃事典」 雄山閣

協力：

外山 浩介氏 学校法人静岡理工科大学 理事長

防衛懇話会

陸上自衛隊第四師団

陸上自衛隊武器学校小火器館

※筆者が現役時代、インドネシア、マレー、シンガポール、タイなどの軍事博物館の所蔵品を、クライアントの紹介で観察した経験による。

(以上)