

活動写真への道

Muybridge, Marey, Edison

中 崎 昌 雄

はじめに

1. 「だまし運動鏡」発明前史
2. だれが「だまし運動鏡」を発明したのか
3. 写真術, 幻灯機と「だまし運動鏡」の結合
4. Janssen「回転写真銃」とMarey「計時グラフ」
5. 元カリフォルニア知事 Stanford と写真家 Muybridge
6. Muybridge「動物活動鏡」実演(1880)とその影響
7. ペンシルベニア大学実験(1884-85)とMuybridgeの晩年
8. Anschütz「電気迅速鏡」とMarey「計時写真術」
9. Edison, Friese-Greene, Lumière 兄弟の活動写真
おわりに - だれが「活動写真の父」なのか

付 録

1. E. Muybridge「動物の運動」(Animals in Motion) (1899)
「はしがき」(Preface) (翻訳)
2. E. Muybridge「動物の運動」(Animals in Motion)
Dover 版 (1957)「撮影法説明」(翻訳)

はじめに

私はまえに John Herschel「瞬間写真」(Instantaneous Photography)の全訳を、私の小論「George Eastman とロールフィルム写真術」の付録につけておいた⁽¹⁾。Herschel がここで開陳しているアイデアは、現在の言葉でいうと「天然色立体活動写真」である。この中の「天然色」に関して Herschel はひどく楽天的であったが、その実用化には 100 年もの歳月を必要とした。もう一方の「活動写真」の実現までには Eastman が開発した透明弾性フィルムを使う「ロールフィルム写真術」が不可欠であった⁽²⁾。Herschel が「立体写真」にこだわっているのは現在からみると奇異に感じ

られるが、これはこの時代に新しく開発された「立体写真カメラ」の性能に関係がある。当時ふつうの立体鏡で見る立体写真その物の大きさは2インチ角程度であったから、カメラは小型でよいことになり口径が大きくて明るい短焦点レンズが使用できた。

これで露出がずっと短縮でき、Herschel のいう「スナップ・ショット」(snap-shot) に近い露出が可能となった。

Herschel が立体写真にこだわったもう一つの理由は、このころ立体写真で「活動写真」の試みがすでになされていたことにある。これについては中京大学「教養論叢」前号の「立体鏡(ステレオスコープ)の発明と写真術」の中で少し触れておいた⁽³⁾。パリ光学機器商 Jules Duboscq は1852年には簡単な「立体活動写真」をすでに作っていた。彼はレンズ式立体鏡の発明者 Brewster に頼まれて、これを製作し前年には大成功を収めていたばかりである。彼の「立体活動写真」の詳細については前号の小論を見てもらうことにするが、動作の「始めと終わり」の立体写真2枚だけを使うのであるから、とても「連続」活動写真と言える代物ではなかった。同じことは次の年1853年3月23日申請の Claudet イギリス特許についても言える。これは立体鏡の外観はしているが、立体写真を見るのではない。左、右の接眼レンズをとおして左、右に分けておかれている動作の「始めと終わり」の写真を交互に瞬間的に見るだけである。Duboscq は少しあとになって「だまし円盤」(phenakistiscope, フェナキスチスコープ) に多数の連続立体写真を貼った物を作った。Herschel が「瞬間写真」の中で使おうと提唱しているのはこのアイデアである。ただし、このとき Duboscq が使った「連続写真」も、実はある動作をところどころで止めて撮った連続「静止写真」だったのである。

Herschel が意図している「実際に起った出来事を生き生きと」記録するためには、途中で止めない連続「瞬間写真」でなければならない。これを当時のコロジオン湿板を使って、1台のカメラで行うのは現在でも不可能に近い。しかし数台のカメラを並べて次ぎ次ぎと撮るのなら人手さえあれば可能であろう。Herschel 「瞬間写真」が掲載された「Phot. News」1860年5月11日号の次ぎの週5月18日号にこのアイデアが Thomas Rose によって提出されている⁽⁴⁾。100台の立体写真カメラを並べて、6分の1

秒間隔で露出6分の1秒で連続的に写真を撮り、これを Duboscq 型「だまし円盤」で活動写真として見ればよいというのである。もっともカメラ100台使っても、たかだか40秒間しか撮影できない。しかしこの40秒間で終了する動作を解析するためなら、この方法が使えることになる。

この方向で成功したのが15年もあとの Muybridge「動物の歩走行」(Animal Locomotion)である。このように数台のカメラを使わないで1台で済すのなら、感光材を帯状にしてこれをカメラの焦点面に連続的に送り込めばよい。これが現在の映写機であるが、この実現には露出や駒送りのメカニズムは別にしても、透明弾性フィルムの開発が不可欠である。これには Eastman が成功して、1889年から市販されるようになった。

このような連続帯の代わりに、感光材を円盤にしてこれをカメラの焦点面で回転させ、連続瞬間写真を撮ることも考えられる。「写真回転銃」(revolver photographique) がこれであって、天文学者 Janssen が開発し医学者 Marey が鳥の飛翔などの撮影に使った。これらの「連続瞬間写真」を活動写真として見るためには、視覚の残像現象を利用した「だまし運動鏡」を必要とする。さらにこれを大勢の人に一時に見せるためには、現在のようになんかスクリーン上に投映しなければならない。このようにして「活動写真への道」には「連続瞬間写真」撮影、「だまし運動鏡」による活動化、そして「投映」という3つが組み合わさっている。

そこで順序として写真発明(1839)より前に発明されている「だまし運動鏡」の発達史をまず概観しておこう⁽⁵⁾。

1. 「だまし運動鏡」発明前史

ここで言う「だまし運動鏡」は私の作った言葉である。網膜の残像現象を利用して、あたかも連続運動をしているように見せる比較的単純なこの種の装置には一般的な呼称がない。それでは不便なので以下にはこの言葉を使用させてもらうことにする。闇夜に「たいまつ」(松明)を回わしているのを遠くから見ると、あたかもそれが止切れない一つの輝く円として見えることは太古から人類が知っていたに相違ない。そして、これが網膜に印像された感覚がすぐには消えないで、しばらく残る(残像)ことに原因があるのも古くから人は知っていた。またこの現象を利用した玩具で簡単

な物なら古い時代から作られていたことであろう。しかしこの種の物を始めて科学玩具として作り、これに「トマトロープ」(thaumatrope; thauma 驚異, trope 動く) と命名して発表したのは医師 John Ayton Paris (1785–1856) が最初である (1825)⁽⁶⁾。Paris は 1813 年 7 月 12 日医学博士 (M. D.) となり、この年から 1817 年にロンドンに帰るまで Cornwall 県 Penzance で開業医をした。ロンドンに帰ってからは Dover 街で開業し名医として名高かったが、文筆活動に時間をとられて患者を診ることは少かった。彼の著書「Pharmacologia」(薬学) は長く版を重ねた。しかし彼の名前は化学者 Davy (1778–1829) の伝記「The Life of Sir Humphry Davy」(1831) の著者としての方がよく記憶されている⁽⁷⁾。

さて Paris 考案「トマトロープ」の材料は 1 枚の名刺大ボール紙である⁽⁸⁾。この表面の右側に鳥を描き、裏面の右側に鳥籠を描く。中央を糸で挟んで糸をねじり、手を離して回転させると鳥が鳥籠の中に入っているように見える。これには騎手と馬などいろんなバリエーションが考えられている。ただ、この「トマトロープ」は直接的には、あとの「だまし運動鏡」発想につながらない。しかし同じころ、1824 年 12 月 Peter Mark Roget (1779–1869) が王立学会で発表した研究は、それが「回転」運動を含んでいることから、いろんな曲折を経て「だまし運動鏡」につながることになる。Roget も Paris と同じく多才な医師としてロンドンで知られていた⁽⁹⁾。生前だけで 28 版を重ねたと言う用語辞典「The Thesaurus」(1852) の編者として記憶されているが、始めは自然科学の方に関心が深かった。このことは Roget が 1827 年 11 月から John Herschel の後を継いで王立学会総務になっていることから分かる。しかもこの職には 1849 年まで着いていたのである。Talbot とも親しくて 1836 年 8 月には Talbot の居館 Lacock 僧院に Brewster, Babbage, Wheatstone らと共に招かれている。これは、この年「英国科学振興会」が Lacock 僧院に近い Bristol で開催されたからである⁽¹⁰⁾。

さて 1824 年 12 月発表の Roget 論文の題名は次のとおりである⁽¹¹⁾。

「Explanation of an optical deception in the appearance of the spokes of a wheel seen through vertical apertures」

内容はこの題のとおりである。進行している馬車の車輪をベネチアンブラ

インド（板すだれ）を通して見ると、車輪のスポークが美しい曲線を描いて曲がって見えるというのである。ブラインドの隙間が継時的シャッターの役目をしている。Roget は観察をただけで、別に模型を作って研究をしていないし、数学的解析も与えていないが、この現象が網膜上の残像に起因するのであることは認めている。

彼の報告は次の言葉で結ばれている。

「（これを詳しく研究したら）網膜上の残像の持続を測定する新しい方法となるであろう。」

Roget の報告はこれだけであって、これが直接「だまし運動鏡」発想につながる物とはとても思えない。ところがイギリス写真史家 Gernsheim は Roget が 1831 年「だまし円盤」を発明したと主張している⁽¹²⁾。おそらく Brewster の意見「Roget 博士がこれを発明し、Plateau と Faraday がこれを改良したと信じられている」に影響されているのであろう⁽¹³⁾。これらについては後で論じる。

Roget の報告と同じように、あるいは「だまし運動鏡」発明に間接的につながると思われる物に、Charles Wheatstone (1802-75) の短い報告 (1827) がある。この仕事は彼が 1834 年ロンドン「King's College」実験物理学教授になる前の物で、このころ Wheatstone は音響学に興味を持っていた⁽¹⁴⁾。彼が写真の発達に大きな影響をおよぼす立体鏡発明を発表するのは 1838 年になってからである。さて Wheatstone のこの 1827 年の発表は「音万華鏡」(kaleidophone) 発明に関する報告である。この発明で彼は一躍有名になった。ヴァイオリンの弦を使って振動板の上に美しいクラドニ (Chladoni) 図形を描かす工夫でも有名である。この報告の最後の方に 1 ページほどの「新しい光学機器について」が付録のように付いている⁽¹⁵⁾。この中で彼は残像を利用する玩具のような装置を説明している。まずガラス板の上に透明絵具でガラス絵を描く。1 つだけスリットを切った円盤をこの前で回転させ、ガラス絵の背後から強い光線をあてる。本当に眼に入るのは瞬間、瞬間にスリットを通った絵の一部であるのに、絵の全体が見えるというのである。例の「たいまつ」が描く円を少しだけ複雑にしたアイデアと言えよう。

同じころ Talbot もよく似た観察をしている (1826)⁽¹⁶⁾。もっとも報告の

方は彼が写真研究を始めた1834年になってからである。「光学に関する観察 No. 1」と題されたこの短い報告の中には、いろいろな観察が雑多に記録されている。たとえばその第5番目に「リチア(Li₂O)の炎色について」がある。試料は友人の Faraday にもらった物で、リチアはストロンチア(SrO)と同じような赤い炎色反応を与えた。しかし、そのスペクトルを観察すると明らかに両者は区別できる。さて問題の網膜の残像に関する観察はこの炎色反応の1つ手前、第4番目に報告されている。

「4. A body in rapid motion, yet apparently at rest」

回転鏡に巻いた糸は、回転鏡を回転すると見えなくなってしまう。ところが、このまえ数フィートのところにロウソクをおいて、回転鏡から反射される像を見ると糸はまるで止まっているように明瞭に見える。

次に来るのがベルギー物理学者 Joseph Antoine Ferdinand Plateau (1801–83) と Michael Faraday (1791–1867) の Roget 回転車輪に関連した研究である。これらはお互い全く独立に行なわれているが、先に発表された Plateau の仕事の方から説明しよう。Plateau はブリュッセル大学物理学教授で1835年からは Ghent 大学に移った。眼を使いすぎて39歳から失明したそうである⁽¹⁷⁾。問題の報文はブリュッセル大学に提出されたかなり長い学位論文(1828)である⁽¹⁸⁾。

「光線が視覚器官に生じる印像の諸性質について」(Sur quelques propriétés des impression produites par la lumière sur l'organe de la vue) (Liège, 1829)

この報告の1部は Plateau の師であるブリュッセル天文台長 Jacques Quetelet (1796–1874)⁽¹⁹⁾ が主宰する天文台速報(1828)にも掲載された⁽²⁰⁾。報告の大部分は円盤の上に描かれた色彩がその回転とともにどんな色になるかという問題を研究した物であるが、中ほどに Roget 回転車輪に関連する実験が報告されている。Plateau は Roget と違って単に回転する車輪を観察するだけでなく、円盤にスリットを切った物2つを重ねて回転させて、これがどのように見えるかなどの実験をしている。ただし「だまし円盤」に発展しそうな実験はなにもなされていない。この論文は当時かなり注目されたようで Poggendorff 「Annalen」に詳しく抄録されているし、John Herschel 「光学通論」(1833)の付録にもなっている⁽²¹⁾。

一方 Faraday の報告の方もかなり長い (1831)⁽²²⁾。

「ある奇妙な光学的錯覚について」(On a peculiar class of opical deceptions)

これには Plateau の仕事を全く知らないで行なったと断り書があり、文献としてブリュッセル天文台速報を引用している。Faraday はこのとき 40 歳で、化学研究を主とする研究第 1 期が終わり、そろそろ電気、磁気研究に重点をおいた第 2 期に移行する中間期にさしかかっていた。報告は実験家 Faraday らしく自分の研究の動機の説明から始まる。Brunel がテムズ河隧道工事で観察したところによると、全く同じ 2 つの小さな車輪 (wheel) が、同じ速度で反対方向に回転しているのを重ねて見ると、全く静止しているように見えた。Faraday はボール紙を切っていろんな車輪の形を作り、これら 2 つを同軸に重ねて回転させる簡単な装置を作った。そして、これら円盤をいろんな方向、速度に回転させて重ねて見るとどう見えるかを実験した。奇妙に美しい幾何学模様に見える物があって、報文にはそれが銅版で挿絵となっている。ただし Faraday は数学的解析をしていないし、これによって残像の生理学を研究しようという姿勢もない。「だまし円盤」につながるかも知れない発想と言えば、鏡の前で車輪を回転させ鏡像と実物を重ねてみる実験ぐらいであろう。

Plateau の方はこの Faraday の報告を見て、これは自分の仕事と重なるといので、フランス科学雑誌「Ann. Chim. Phys.」誌編集者に手紙を書いて自分の優先権を主張した⁽²³⁾。

「オックスフォード英語辞典」(1989) は「だまし円盤」のところに「Ency. Brit.」(第 7 版, 1838) 所載の Brewster の意見を載せている⁽¹³⁾。

「これは Roget 博士が発明し (invented), Plateau と Faraday が改良した (improved) と信じられている。」

しかし以上の私の紹介から Brewster のこの意見には全く根拠のないことが分かってもらえるであろう。

2. だれが「だまし運動鏡」を発明したのか

「だまし円盤」(Phenakistiscope: phenakist, だます, scope 見る)⁽²⁴⁾ のもっとも単純な物は直径 25cm ほどの円盤の外周に沿って 12 個のスリッ

トを切った物である。裏面にはこのスリットとスリットの間、人間の歩行のような少しずつ変化して行く運動の位相 (phase) を描く。この円盤を鏡の前で回転させ、スリットを通して鏡に映る運動の位相を眺めると網膜上の残像の効果によって、本当は静止しているはずの位相画面がつながって、あたかも活動しているように見える。

こうしないで回転する円盤の裏面を直接に見るだけでは、雑然した印象しか得られない。狭いスリットをとおして見るのだから瞬間的に見えるのは1つの画面だけである。円盤が回転して次のスリットが眼前にくると、人はこのスリットをとおして次の画面だけを見る。スリットとスリットの間は前の画面を消して、次の画面に移すシャッターの役目をしている。理想的に言えば円盤が連続的に回転しないで、現在の映写機のように1画面、1画面で瞬間的に停止させる機構が備わっているのが望ましい。しかし、まだ単なる玩具にすぎないこの時期の「だまし円盤」に、そこまで要求するのは無理な注文である。このような「だまし円盤」の機構と、すでに説明した Roget, Plateau, Faraday の研究とを比較すると、この間に大きなギャップがあるのに気が付くであろう。これらの人びとの研究の中には「連続的に変化して行く運動の位相」を一つずつ瞬間的に見せるという「だまし円盤」の基本的アイデアがどこにも見当たらない。そして残念ながら今までの写真史は「いつ、誰が、どのようにして」この発想に導かれたかという疑問について答えるところがない。このような疑問は「だまし円盤」が爆発的人気を呼んだ 1833 年中ごろから科学者仲間でも抱かれていたに相違ない。たとえば当時のもっとも代表的な科学雑誌 Poggendorff 「Annalen」の編集者 Johann C. Poggendorff (1796-1877) はこの自分の雑誌に、14 ページにわたるかなり長い次ぎの表題の解説を書いた (1834)⁽²⁵⁾。

「Stroboskopische Scheibe, Phänakistikop, Phantamaskop」

この内容についてはあとで詳しく説明するが、この中にブリュッセル天文台長 Quetelet が Poggendorff に書いた手紙が紹介されている。これによると Quetelet は Plateau に頼まれて 1832 年 11 月に、彼の発明した「だまし円盤」を Faraday に送ったと言っている。Quetelet はあとで統計学に転じ「現代統計学の父」と呼ばれている人物であるし、Poggendorff の

方もベルリン大学物理学教授である。それに権威のある科学雑誌に発表しているのであるから、この発言には疑問を挟む余地がない。

そして、ちょうど同じころ 1832 年 12 月にウィーン物理学者 Simon Stampfer (1792–1864) が同じような発想で「だまし円盤」の研究を始めていた⁽²⁶⁾。同じウィーン人の Eder「写真史」によると Stampfer は苦学して Salzburg の高等中学校 (Lyceum) の数学教師となり、あとウィーン高等工業学校 (Polytechnikum) で 20 年も数学、物理学、測量学などを教えた⁽²⁷⁾。1833 年 2 月になると Stampfer は彼の「だまし円盤」6 個を試作し、4 月には Trentsensky-Vieweg 社と共にオーストリア特許を申請した。2 年間有効のこの特許は 1833 年 5 月 7 日 (No. 1920) に許可された。Plateau は自分の装置に名前を付けなかったが、Stampfer は自分の物を「ストロボスコープ円盤」(stroboskopische Scheibe; strobo 回る) と呼んだ。1833 年 7 月から売り出され、これには説明文を付けた。

「ストロボスコープ円盤、またの名は光学的だまし円盤—その理論と科学的応用」(Über die stroboskopischen Scheiben order optischen Zauberscheiben, deren Theorie und wissenschaftliche Anwendung) (1833 年 7 月)

これと同じ内容は表題を少し変えて、次の年 1834 年にウィーン高等工業学校報文集に掲載された。この中に彼の「だまし円盤」の構造が簡単に説明されている⁽²⁸⁾。

「もっとも簡単なのは、これらの絵をボール紙円盤または他の適当な材料の上に描き、その周辺に適当な数の孔をあける。その数は絵の数と回転の速度によって決まる。この円盤を鏡の前におき、軸の回りに速く回転させ、これを孔から覗くと活動しているような絵が鏡の中に見える。」
「このような連続絵画を順番に並べて、重なり合うようにするいろんな機械的装置が考えられる。たとえば、これらの絵画を円盤の外周に並べてもよいし、円筒の内側面に並べてこれを軸の回りに回転してもよい。画が多いときは、これを紙や麻布の上に描いて、これを輪にして円筒に取り付けて回転させるとよい。」

この説明では 1 枚のボール紙円盤となっているが、市販されたのは絵とスリットが別の円盤になっている 2 枚構成 (Doppelscheibe) の物であった。

PlateauはこのStampferの発明を1833年のPoggendorff「Annalen」の記事から知った。これは当時の光度計の進歩についてPoggendorffが解説している記事で、その中でブリュッセル天文台QueteletとPlateauの光度計に触れ、ついでにと言うようにその脚注にいま流行しているStampfer教授(ウィーン市)の玩具(Spilerei)「ストロボスコープ円盤」発明について数行の注を書き加えた⁽²⁹⁾。それによると、これはFaradayの仕事の延長で、動機はPlateau論文にあると言う。Plateauはこのころフランス科学雑誌「Ann. Chim. Phys.」誌(1833)に短い報告をしている⁽³⁰⁾。おそらくまだStampferの発明を知らない時期である。

次に始めの部分の全訳を示す。

「近ごろPhénakisticope(フェナキスチコープ、だまし円盤)と呼ばれている小さな装置の基礎となっているある光学的錯覚について。」(Des illusion d'optique sur lesquelles se fonde le petit appareil appelé récemment phénakisticope)

「近ごろ『だまし円盤』という名前で広まっている器具が注目を集めている。それは、ある種の変った光学現象の応用であって、その奇妙な現象を生む原因について、人びとは興味を抱いていることであろう。しかし、その前に私はこの機会を利用して、この『だまし円盤』なる物は、私が研究した新しい錯覚を利用しているが*、私はまだ多くの点で未完成なところを残しているこの装置の制作については、全く素人であることを表明せざるを得ない。しかし、理論と経験の教えるところによると、できるだけ良い結果を得るためには、そのために像が不鮮明になる『だまし円盤』制作上で疎かにされている点を考慮に入れる必要がある。私は十分に慎重にかつ苦勞して設計した作品を天文台論文集に報告する前に、Quetelet教授を始めとする大勢の人びとに見せた。この作品が現在ロンドンで『ファンタスコープ』(fantascope, 幻視鏡)として作られている新製品なのである。このような効果を現す装置は、よく知られているように、もともと1枚のボール紙円盤で、その外周には数個の小さなスリットが切っており、またそれより内側には画が描いてある。これを鏡に向けて軸の回りに回転させ、スリットを通して反射像を見る。すると、このように回転している円盤をふつうに見るときと全く違って、ゴ

タゴタすることなく、全体は円盤と共に回転しないで、生き生きとした正しい運動を展開する。このような幻覚の原因は簡単である。形と位置の少しずつ変化している多くの絵画が、ごく短い時間のあいだに、ごく接近して目の前に現れると、網膜上に残るこの連続画の印象は混乱することなく、融合して一つの対象がその形と場所を次第に変えていくように見えるからである。」

* 「注」 私はこの考えを 1833 年 1 月 20 日付けの手紙で次に報告している。Correspondence mathématique et physique de l'Observatoire de Bruxelles (第 7 巻, 365 ページ)。またこの 1 部は次に再録されている。Bailly, Mémorial encyclopédique (1833 年 7 月刊行, 211 ページ)

「注」にあるように Plateau は同じ考えを 1833 年 1 月 20 日付手紙でブリュッセル天文台速報に報告している。ただし、上の記載からだけでは「Quetelet 教授を始めとする人びとに」いつ自分の作品を見せたのか分からない⁽³¹⁾。しかし、1833 年初頭に「だまし円盤」が「phénakisticope」(綴字はそのまま) という名前で市販されていたことだけは分かる。Stampfer 「ストロボスコープ円盤」販売 (1833 年 7 月) の数カ月前である。このような複雑な事情の調停のために書かれたのが、すでに説明した Poggendorff の解説記事 (1834) である。

この中の主要部分を次に掲げる。

「ウィーンの Stampfer 教授がこの発明者であるのは議論の余地がない。すべてのストロボスコープ円盤は 1833 年の中ごろドイツで彼の名前を付けて正式に賣られたが、あとになってオーストリア国外のあちこちで模造品が出回った。私の説明はほとんど全て、この円盤に付録として付いている説明から取っているのだが、この中で Stampfer 教授は Faraday 氏の実験 (Annalen, Bd. 22, 601, 1831) からこの種の光学的錯覚に興味を覚え、1832 年 12 月には最初のストロボスコープ円盤を制作したと言っている (1833 年 7 月発明者 Stampfer 序文『ストロボスコープ円盤または「だまし円盤」—その理論と科学的応用』)。このようにして Stampfer 教授の優先権は確立しているのだが、科学史の中で滅多に例を見ない偶然から、この発明の優先権をブリュッセル市の Plateau 氏

と折半しなければならないのも確かである。Plateau氏は『Ann. Chim. Phys.』1833年、第53巻、304ページに発表したフェナキスコープ(Phaenakistikop)に関する報告の中で、ストロボスコープ円盤と全く同じ装置のアイデアは、すでに『Correspondance mathématique et physique de l'observatoire de Bruxelles』1833年、第7巻、365ページに発表してあると言っている。この手紙は1833年1月20日の日付であるから、その発明の優先権は別としても、独創性の点では評価されなければならない。しかもQuetelet氏は私に(中崎注:Poggendorff)に手紙を書いて、この手紙の2カ月前すなわち1832年11月にこのPlateau氏の発明になるPhaenakistakop, Phantasmaskop, Phantaskopをファラデー氏に送ったと言っている。ドイツでストロボスコープ円盤がこれらの名前で市販されたと同じころ、ロンドンでもこの玩具が同じ名前で市販されるようになったのはこのためであろう。

さらにPlateau氏は今年、1834年1月に私に手紙をくれて、自分は私の雑誌『Annalen』1833年、第29巻、189ページの脚注から、このストロボスコープ円盤とその発明者のことを知ったのだと告げた。彼はある旅行者から知らされて、この発明は自分のファンタスコープの真似に違いないと信じて、この円盤についてのもっと詳しい情報が欲しいと言ってきたので、私はすぐに例のStampfer教授のパンフレットのコピーを送った。これらの事を考慮にいられて、私はStampfer教授とPlateau氏とが共にこのストロボスコープ円盤の発明者であると認めるに異議は出ないと思う。それはこれらのアイデアが時間的にも接近していることと、ウイーンとブリュッセル間の距離を考えると、一方が他方の発明を知り得たという仮設は成り立たないからである。」

残念ながらPoggendorffはこの中で「StampferとPlateauを独立の発明者」と認めているだけで、その発想の由来などについて告げるところが無い。ただ1832年11月にQueteletがFaradayに送ったPlateauの試作品が基になって、1833年初頭にはすでに「Phenakistacope」(綴字そのまま)「Phantamascope」「Phantascope」などの名前でロンドンに出廻っていたことは分かる。これらの名前は誰がつけたかについて私はまだ調査していない。しかし、あとで説明するHornerの報告(1834)に「Plateauの

発明」「Phantamascope」とあるところから、1834年初頭イギリスの科学者はこの発明を Plateau による物だと思っていたようである。

ところがイギリス写真史家 Gernsheim「写真史」には「フェナキイスチスコープは1831年 Roget により、ストロボスコープは1832年 Stampfer により、それぞれ独立に発明された」となっている。しかも「Plateau は従来、不正確にも一般にこの発明者と見なされている」と付け加えてある⁽³²⁾。Gernsheim がこの説の根拠に挙げているのは Roget 著「Animal and Vegetable Physiology」(1834) (Gernsheim は1843年と誤っている) だけである。

Roget の本、第2巻、524ページ脚注に次のようにある。

「(1831年の Faraday の論文が) あらためて私の注意をこれに向けさせ、あとで『Phantasmoscope』とか『Phenakistiscope』という名前で製造されるようになった器具を発明することになった。この時期(1831年春) 私は数個を作り、これを多くの友人に見せた。しかし当時は他にも大切な用事があったので、この発明を発表しなかったが、この発明は近ごろ大陸で模倣されるようになっている。」

これが本当なら Roget, Plateau, Stampfer 3人の独立発明と言うことになる。

Roget が Faraday から Plateau の試作品を見せられて、これなら自分の1825年回転車輪研究の延長である、自分こそこの発明者と呼ばれるべきだと主張したことは大いに可能性がある。ギリシャ語に由来する、いかにも術学的な「phenakistiscope」と名付けたのも彼ならやりそうである。しかし、有名な科学雑誌の編集者として当時の全ヨーロッパ科学界に眼を配っていた消息通でもある Poggendorff の同時代的証言が、Roget に触れるところが全くないのを見ても、この発明について Roget の直接的関与はまずないと考えてもよいのではなかろうか。

まえに説明した Talbot「回転鏡」の中で Talbot は Wheatstone の仕事に言及している。これは回転鏡を利用して導体中の電流の速度と、電気火花の持続時間を測定する実験(1834)である。この報文の中で Wheatstone はこの電気火花による瞬間観察の可能性について次のように言う。

「高電圧の瞬間電気火花は、迅速に連続変化する現象をその一瞬に観察

するのに利用できる。またあまり速く移動するので、ふつうの方法では目に見ることのできない運動体の研究にも応用できる。次の例を挙げるだけで十分であろう。急速に回転する車輪とか、その上に物が描かれている円盤はライデン瓶の放電火花で完全に止まったように見える。またこの方法によると飛んでいる昆虫も空中に停止する。振動する弦は変形のままに静止するし、肉眼では連続流体のように見える水滴の落下も、実際の姿で見ることができる。」

このアイデアは写真発明 (1839) から 16 年も経った 1851 年になってやっと実現した。この年 Talbot はロンドン「Athenaeum」誌 12 月 6 日号に手紙を寄せて、自分の新しい卵白ガラス写真を紹介したうえで、6 カ月まえの 6 月 14 日に Faraday の王立研究所で行なった実験について知らせた⁽³³⁾。

「読者の皆さんの中には、この 6 月 (中崎注：1851 年 6 月 14 日土曜日) に王立研究所で行ないました実験の成功を覚えておられる方もあることでしょう。この実験では出来るだけ速く回転させた車輪の上に貼付けた印刷物 (printed paper) の写真が撮れたのです。この実験から必然的に次の結論が出てまいります。それが、どんなに速く動くものでも、これが瞬間電気閃光 (sudden electric flash) で十分に明るく照明さえできたら、全ての運動体は写真に撮ることが出来るのだ。」⁽³⁴⁾

この実験についてロンドン「Literary Gazette」誌 6 月 28 日号は次のように楽観的な見解を書いた。

「この科学探求の偉大な勝利の結果、肖像写真は僅か数秒間座っているだけで、こわばることなく、生きいきとした表情で撮ることができる。もっとも素早いバレエの踊り子が迅速に動いている姿を撮るのも、鳥が最高速度で飛んでいる姿を撮るのも何でもなくなるのだ。」

Talbot の発表の本当の目的は自分の新しい卵白ガラス写真法の感度の良さを宣伝するにあったのだが、このときの彼の感光板はすべての卵白ガラス写真法と同じようにコロジオン湿板よりずっと感度が低かったのである。Talbot 「回転鏡」の仕事は「Phil. Mag.」誌 1834 年 112 ページに出ているが、それより前の 36 ページには Bristol の数学者 William George Horner (1786-1837) の報告が載っている⁽³⁵⁾。

「On the properties of the daedaleum, a new instrument of optical illusion」

この中で彼は円筒を使う自分の装置は Plateau 「phantamascope」より簡便で鏡も不要であると言う。スリットを切った円筒の内部に運動の連続位相を描いた画を貼り、円筒を回転させる案である。すると鏡の前で「magic disk」を回転させたのと同じ効果が得られ、しかも周囲から見るので大勢の人が一度に見ることができる。Hornerはこの装置を「daedaleum」と呼んだ。クレタ島迷宮を作った伝説上のギリシャ名工 Daedalus の名前をとったのである。彼は太陽に近づき過ぎて海に墜ちた Icarus の父である。Hornerは知らないが、この円筒のアイデアはすでに説明したように 1833 年 7 月刊 Stampfer 使用説明書の中に述べられている。Horner の命名は忘れられて、この円筒型の物はこれからの一般に「ゾーエトロープ」(zoetrope; zoe 生命)と呼ばれるようになった (1867)。私の小論では「だまし円盤」と対比させるために以下にこれを「だまし円筒」と呼ぶことにする⁽³⁶⁾。Horner の報文には装置の説明のあとに、かなり詳しい数学的解析がついている。

3. 写真術、幻灯機と「だまし運動鏡」の結合

Wheatstone 「立体鏡」は写真発明発表の 6 カ月まえ、1838 年 6 月に報告された。あとで Brewster との間「Times 紙」論争 (1856) で Wheatstone の言うところによると、仕事はすでに 1832 年には完成していたのだが、電信機の発明などが忙しくて発表が遅れたのだそうである⁽³⁾。ただし「立体鏡」が発明されても、それで見える左右像の制作は容易はない。簡単な幾何学図形ならともかく、風景や人物などの精密な左右像を手で描くのは不可能に近い。この点からすると、これを可能とする写真術がすぐに発明されたのは時宜を得たものと言えよう。ただこの時分の立体鏡は反射式で大型であり、使うのにも不便であったからあまり流行しなかった。これが爆発的人気を呼んだのは Brewster 「レンズ式立体鏡」が作られてからである。

Brewster はこれを 1849 年 3 月に発表したが、イギリス光学機器商はだれもその製作販売を引受けてくれなかった。それで試作品を持って

1850年秋にパリに行った。ここでは有名な光学機器商 Jules Duboscq (1817-87) が感心して製作を引受けてくれた。次の年 1851年5月1日からロンドン第1回万国博覧会が開催され、ここで展示された Duboscq レンズ式立体鏡は大評判となり注文が殺致した。なにしろ3カ月の間にパリとロンドンで25万台も売れたと言われている。多くの写真家がこのレンズ立体鏡のために風景、人物を始めとしてあらゆる対象についてその左右像写真を提供するようになった。写真はこのような立体鏡用の左右像がたやすく作るだけではない、「だまし運動鏡」のためにもこれに不可欠な「運動の連続位相」写真を提供することができる。俊敏な発明家 Claudet や Duboscq がこの可能性に気が付かないはずがない。

この方面における彼等の活躍については中京大学「教養論叢」前号に発表した私の小論「立体鏡の発明と写真術」に詳しいから、ここではその概略を説明するにとどめる。

Duboscq は自分の装置にフランス特許 (1852年2月16日) を取っている。ただし、このときは連続位相といっても動作の「始めと終わり」の立体写真2枚だけである。B5版くらいの大きさの金属板の中央に横に溝が切っている⁽³⁷⁾。この溝に立体鏡接眼部がはまっていて、これは溝に沿って左右に移動できる。金属板の裏側に2枚の立体写真を貼りつける。ただし、ふつうのように左右水平におくのではなくて、上下に分けて貼る。2つの鏡があって、その反射により接眼部を左に移動させると「始め」の立体写真が、右に移動させると「終わり」の立体写真が見えるようになっている。移動を素早くすると動作が連続しているように見える。11月になると Duboscq は立体写真と「だまし円盤」の組み合わせを考えた。彼はこれを「stéréofantascope」とか「bioscope」などと呼んでいる。回転円盤の裏側に同心円状に立体写真の左右像を貼り、これを鏡の前で回転させて、スリットの間から立体鏡接眼部で見るというアイデアである。ずっとあとになるが (1865)、Duboscq は「だまし円筒型」のも考えた。これではスリットの上下に立体写真の左右像が配列されていた。Duboscq は「だまし円盤」型を作っていたころ、1852年11月8日付の手紙で Claudet に「自分の装置と立体写真を送るから、比較のために君のも送ってほしい」と頼んでいる⁽³⁸⁾。Claudet の考察は 1853年3月23日特許 (No. 711) に記載

されている。彼の装置は立体鏡の形はしているが立体写真を見るのではない。左に帽子をかぶったところ、右にはこれを脱いだところの写真をおく。接眼部の下にあるシャッターを右に引くと左眼だけで帽子をかぶった写真が見え、シャッターを左にもどすと右眼だけで帽子を脱いだ写真が見える。シャッターを素早く左右に動かすと、あたかも帽子をかぶったり脱いだりの動作をしているように見える。

この時代から 1870 年代にかけて、このような立体写真と「だまし運動鏡」のいろんな組み合わせが考案された。これは立体鏡が大流行となり、それとともに立体写真カメラが開発されて、運動鏡に貼るのに適した大きさの立体写真が得やすくなったためであろう。外輪船の外輪 (paddle wheel) のような物の羽根に連続位相の立体写真を貼り付け、これを立体鏡の中で回転させるという案がある。Henry Mayhew は 6 枚羽根の物を考案した (1859)⁽³⁹⁾。Peter Herbert Desvignes の 1860 年 2 月 27 日イギリス特許 (No. 537) では「だまし円筒」の内側に立体写真プリントを貼る⁽⁴⁰⁾。特許には蒸気機関の例が挙げてある。蒸気機関の運動を各ストロークで止めて、その立体「静止写真」を撮り、これを使うのである。この種の物は「stereotrope」と呼ばれ、1862 年ロンドン万国博覧会でも展示された⁽⁴¹⁾。同じアイデアで 1871 年ころに Wheatstone が作った、13 枚連続写真用の装置とプリントがロンドン科学博物館に保存されているそうである⁽⁴²⁾。William Thomas Shaw, 1860 年 5 月 22 日イギリス特許⁽⁴³⁾ (No. 1260) では立体写真プリントを回転 8 角柱の外側に貼り、回転シャッターをとおして立体鏡で見るとなっている。

また Shaw の「だまし円盤」型の考案では左、右画像を別べつの「だまし円盤」に貼り、この円盤を同期回転させる。これを回転シャッターをとおして立体鏡に送るのであるが、この場合の立体鏡には旧式の Wheatstone 「反射式」立体鏡を利用した。

「はじめに」で紹介しておいた John Herschel や Thomas Rose の「瞬間写真」案 (1860) は、このように「だまし運動鏡」と立体写真の結合について多くの案が提供された時期に発表されたのである。アメリカでもこのころ立体鏡が爆発的に流行し始めている。これには医学者で有名な随筆家でもあったボストンの Oliver Wendell Holmes (1809-94) の力が大き

い⁽⁴⁴⁾。彼は新しく作られた「大西洋月報」(Atlantic Monthly, 1857年創刊)に多くの文章を寄稿して立体写真の素晴らしさを宣伝した。また自分でも簡便な携帯用立体鏡を設計し、これはやがて旧大陸に逆輸出されることになった。このころ熱心なアマチュア写真家フィラデルフィア市 Coleman Sellers は Mayhew と同じような6枚羽根外輪型の立体運動鏡にアメリカ特許(1861年2月5日, No. 31357)をとり、これを「kinematoscope」と名付けた⁽⁴⁵⁾。Sellers はあとで「Niagara Falls Power Co.」社長になったことから分かるように工学者で、自分のところで制作したエンジンの宣伝にこの立体運動鏡を利用しようと考えたのである。ただし連続位相写真は全て、エンジンを各ストロークで停止して撮った連続「静止写真」であった。彼の発明はニューヨーク市 D. Appleton 社から「motoscope」という名で売り出されたそうである(1860)。

以上に説明してきた「だまし運動鏡」では、その構造上見る人が少人数に限られるという欠点がある。「だまし円盤」では1人だけであるし、「だまし円筒」では周囲から見られるとはいう物のたかだか数人である。これを大勢の人に一度に見せるためには、幻灯機と組み合わせてスクリーン上に投映して見せたらよかろうとは誰もが考える。このアイデアで最初に成功したのがオーストリア砲兵将校 Franz von Uchatius (1811-81) である⁽⁴⁶⁾。彼はウィーン砲兵学校で物理学を教えたが、そのとき音や光の波動の説明に Stampfer ストロボスコープ円盤を使った。ところが、これでは見るのが1人ずつであるから、生徒の手から手に渡っている間に授業時間がすんでしまう。それで上官の命令で研究を始め、1845年には一応の成功を見た。これは回転円盤をガラス板にして、この上に透明絵具でガラス画を描いた物であった。これを回転させて幻灯機でスクリーンに投映したが、あまり明るくなくて少人数にしか見せられなかった。しかし1853年にはこれを改良して、その結果を4月4日ウィーン科学学士院で発表することができた。これは円盤に12枚の透明ガラス画を貼りつけた物で、それぞれの画の前には投映用のレンズが付いていた。投映のとき、この円盤は動かなくて、回転するのはコンデンサー付光源の方である。この光源には Thomas Drummond (1797-1840) が考案した「ライムライト」(lime-light, calcium light) を使った。これは石灰棒(酸化カルシウム, CaO)に

酸水素炎を吹きつけて発光させる装置である。光源はハンドルで回転し、各ガラス画のところで瞬間停止するようになっていた。この装置はあとでウィーン市 Prokesch 社が売り出し、Duboscq 社のカタログには 1864 年まで出ていたと言う⁽⁴⁷⁾。Eder「写真史」には、旅回りの奇術師 L. Döbler がこれを見せて回って大儲けした挿話が出ている。しかし、そのころ将軍になっていた Uchatius の方は、大口徑大砲の製作が順調に進まないという責任感から自殺をしている (1881 年 6 月 4 日)。

この Uchatius 発明はどちらかと言えば「だまし円盤」に近い物であるが、「だまし円筒」型の物にフランス人 Émil Reynaud (1844–1918) の「praxinoscope」(praxis, 行動) がある (1877)⁽⁴⁸⁾。これは円筒が上下、2 段になっていて、下は背景用で上が動画用になっていた。挿絵を見ると光源はふつうの石油ランプ 1 つで、これでは小さなスクリーンにしか投映できなかったのではないかと思える。しかしロンドン光学機器商 Horne & Thornwaite 社はこの装置を 1879 年 8 月に Sheffield 市で開催された「英国科学振興会」で展示した。彼等が投映して見せたのは「馬のギャロップ」で、これは Muybridge が撮った本当の意味の「連続瞬間写真」から作ったスライドであった。あとで詳しく説明するが Muybridge の馬の写真はこのころ「Scientific American」誌 (1878 年 10 月 19 日号) にも発表され、ヨーロッパでも有名になっていたのである。同じころロンドン「The Field」スポーツ紙は、社の前の陳列窓に同じ Muybridge の馬を「だまし円筒」で投映して見せて人びとを驚かしていた。円筒の回転には小型の電気モーターを使った⁽⁴⁹⁾。

4. Janssen「回転写真銃」と Marey「計時グラフ」

「はじめに」で触れておいた Herschel「瞬間写真」の夢を実現させるかも知れない方向の一つにフランス天文学者 Pierre Jules César Janssen (1824–1907) が 1873 年に開発した「回転写真銃」(revolver photographique) がある。これは彼が 1874 年 (明治 7 年) 12 月 9 日長崎で金星太陽面通過連続写真を撮るのに使った⁽⁵⁰⁾。Janssen は小供のときの怪我で足が不自由であったが、「旅する天文学者」と呼ばれるほど多くの海外派遣観測隊に参加して活躍した⁽⁵¹⁾。1868 年 8 月 18 日インド皆既日食観測に

はベンガル湾まで出かけ、コロナのスペクトルの中に黄色スペクトル線(D₃)を発見したが、これはナトリウムD線と一致しなかった。このとき Janssen はまた太陽プロミネンス(紅炎)が皆既日食でなくても観測できることを発見した。イギリス天文学者 Joseph Noyman Lockyer (1832–1920) もまた同じこと発見して報告した⁽⁵²⁾。彼等の発表には数分の差しかなかったと言うので、フランス政府は10年あとの1878年に2人の肖像の入ったメダルを作ってその業績を称えた⁽⁵³⁾。Lockyer は化学者 Edward Frankland (1825–99) と協力してこのスペクトル線の探究を続け、これが太陽特有の元素に由来する物と考えて、この元素を「ヘリウム」(helium) と名付けた。これには多くの反対があったが、27年あとの1895年イギリス化学者 William Ramsay (1852–1916) が、これをウラニウム鉱石(cleavelite)の中に閉じ込められている気体として地球上でも発見した。Ramsay は1年前の1894年に未知の希ガス「アルゴン」(argon)を空気中に発見したばかりであった⁽⁵⁴⁾。

この記念すべきインド日食観測から6年経って1874年(明治7年) Janssen はまた東洋に出張することになった。それも今度は開国したばかりの日本へ、金星太陽面通過観測に派遣されたのである。この現象を利用して太陽までの距離を正確に測定するアイデアは、Newton の友人で「ハリー彗星」で有名な Edmund Halley (1656–1742) が提案していた(1677)。彼は1761年におこるだろう金星太陽面通過のとき、その進入と脱離の間の時間を地球上の多数の地点で観測すればよいと考えた⁽⁵⁵⁾。残念ながら Halley は自分の予言したハリー彗星の回帰(1759)も見なかったし、この金星太陽面通過も観測できなかった。この現象は1769年にも見られ、そのあとは105年後の1874年12月9日(Eder も Gernsheim も8日と誤っている)におこる事になっていた⁽⁵⁶⁾。このときは東経135度付近では進入から脱離までの4時間半全部が観測できるというので、当時の先進国はこぞって大規模な観測隊を組織して、東洋に送った。その中で日本に来たのはアメリカ、フランス、メキシコ隊である。フランスは対プロシア戦争での敗退(1870)の痛手を癒す間もなく北京、サイゴン、横浜を始め合計6個所に派遣した。フランス観測組織全体の委員長は Pasteur の先生である化学者 Dumas (1800–84) で、日本に派遣された横浜隊(Mis-

sion de Yokohama) は隊長 Janssen の他に 2 名の責任者がいた。横浜隊の動静は Janssen が 1874 年 11 月 3 日長崎から Dumas 委員長に宛てた手紙から分かる。これは「フランス科学学士院紀要」1875 年 1 月 4 日号に載っている⁽⁵⁷⁾。

「現在は建設に忙しくいたしておりますが、ニュースも託さないで郵便船を帰そうとは思いません。例の台風の威力については、もうヨーロッパに届いていると存じますが、香港でこれにやられてから、横浜 (Yoko-Hama) に向かいました。フランス公使 Berthemy 氏は日本政府にわれわれを紹介してくれました。政府は丁重にわれわれを迎えてくれて、使命の達成のためなら何でもしようと言ってくれました。ただ横浜は西海岸の神戸、長崎と較べてずっと不適當です。それで、この方面に向かおうと決心しました。シナ方面艦隊『d'Estrées』号がわれわれを運んでくれて、瀬戸内海にある大阪の近くの神戸に上陸しました。ここで集めた情報でも、長崎が適當だと分かりました。長崎ではアメリカ沿岸測量隊 (Coast-Survey) Davidson 氏が指揮するアメリカ隊に会いました。港を見晴らす観測所は素晴らしく、建設の方はわれわれが雇っていて、いつも急ぎ立てている少なからぬ老若の労働者たちのお蔭で、ドンドン進行いたしております。この仕事から少しでも手が離せるようになりましたら、詳細な報告を『科学学士院』に送らせて戴くつもりです。」

ときの外務卿は寺島宗則である。神戸には 2 人の要員を残して本隊は長崎に向った。ここでは George Davidson (1825-1911) を長とするアメリカ隊 8 名がすでに大平山 (現在の星取山) に観測所の設営を始めていた。このアメリカ隊はコロジオン法で太陽面写真を撮るのに、写真班助手として当時長崎で有名な上野写真館を経営していた写真師上野彦馬を雇っている⁽⁵⁸⁾。Janssen らフランス隊は港を見晴らす金比羅山 (Kompira-Yama) に観測所を作った。12 月 9 日の観測はときどき雲に遮られたもののまず成功で、この日の午後 5 時 16 分に発信した Duma 委員長宛の電報が「フランス科学学士院紀要」1874 年 12 月 4 日号に載っている⁽⁵⁹⁾。これによると神戸諏訪山でも成功だった。始め電報は英文だったようで写真のところは次ぎのようにある⁽⁶⁰⁾。

「Transit observed and contacts obtained and determined by re-

volver photographic」[Glass photographics and silver plaques]ここで言う「ガラス写真」と「銀板」は、コロジオン湿板とダゲレオタイプ銀板のことである。Janssen は科学研究における写真術の役割を重視して「写真感光板は科学者の網膜だ」と言っている位だから、105年ぶりの金星太陽面通過では Halley の時代には夢想もされなかった発明、写真術を最大限に利用しようと考えた。その新兵器の1つが写真回転銃である。ヘリオスタットが水平に送り込む太陽像を横にした望遠鏡の対物レンズが暗室の中に像を結ぶ。ここに写真回転銃をおいた。この主要部は3枚の金属円盤で、一番外の金属盤には外周に4角の孔が1つあけてある。これがマスクでこの金属盤は回らない。この下に同じ大きさの金属板があって、これにはマスクと同じ大きさの孔が12個あけてある。これは回転してシャッターの役目をする。最後にくるのは同じ大きさの銀メッキ銅板でこれが感光板である。この銀面にふつうのようにヨウ素蒸気を作用させてヨウ化銀感光膜を作る。この感光円盤は時計仕掛により70秒間隔で回転して停止するようにしてある。シャッター円盤はこれより4倍早く回転して露出を与えた。撮影後に感光円盤を取り出し、水銀蒸気現像してからハイポで定着した。Janssen はこうして4枚の感光円盤の上に48駒の太陽面連続写真を撮るのに成功した⁽⁶¹⁾。コロジオン法全盛の1874年になって、なぜまだ銀板写真かと言うと、コロジオン湿板では4時間にわたる撮影時間の中に乾いてしまうからである。またガラス板ではハレーションの心配があった。太陽面撮影では感度が低くてもよいから、後まで銀板写真が使われた。

Janssen の装置にはレンズが付いていないので、正確にはカメラと言うより「回転取り枠」と呼ぶべき物であった。これに望遠レンズを付けて、外見もほとんど獵銃と変わらない写真銃にして、これで鳥の飛翔などを撮ったのがフランス医学者 Étienne-Jules Marey (1830-1904) である⁽⁶²⁾。もっとも彼がこの方面の仕事をしたのは1878年 Muybridge の馬の写真が広まってから始めたものであったが、Marey は Muybridge が馬の写真を撮る1872年より前から人間や動物の歩走行 (locomotion) の研究を開始していた。本当はこの Marey の研究が Muybridge らが馬の写真研究を始める原因となっている。Marey はもともと機械工学志望で

あったが父親の希望で医学に進んだ。しかし生涯にわたって機械に対する関心を捨てず、これを各種の測定装置に応用して成功を収めた。彼はその研究第1期(1857-67)に血液の循環、心臓、筋肉の運動などの「計時グラフ的」(chronographique)研究をした。これには地震計に見られるような装置で、煤を塗った紙をシリンダーに巻き、これを回転させてこの上に器官の運動を針の先で描かせた。1868年に「Collège de France」教授になってからは、人間や動物の歩走行の研究に関心を持ち、その対象は鳥類、コウモリ、昆虫の飛翔にまでおよんだ。このとき開発したのが「Marey's tambour」(太鼓)である。馬の例で言うと、まず馬の4つの蹄に浅い金属皿を取り付ける。地面に触れる底はゴム膜になっている。蹄が地面を踏むと、その空気圧が金属皿から出ているゴム管を伝って騎手の持っている計時グラフ計に入り、これが回転シリンダーの煤紙の上に記録される。この計時グラフの結果を愛馬家で絵の上手な Duhousset 大佐が疾走する馬の絵に表現してくれた⁽⁶³⁾。この絵はこれを「だまし円筒」の内壁に貼り付けて、活動させて見ることもできた。

5. 元カリフォルニア知事 Stanford と写真家 Muybridge.

この Duhousset 大佐の絵が 1872 年春に元カリフォルニア知事 Amasa Leland Stanford (1824-93) の手に入ったらしい⁽⁶⁴⁾。Stanford は 1852 年ゴールド・ラッシュ (1849) に湧くサンフランシスコにやって来てすぐに大きな資産を築いた⁽⁶⁵⁾。カリフォルニア知事 (1861-63) のあと Central Pacific 鉄道の社長 (1863-93) となったが、馬が好きで多くの競走馬を持っていた。その中でも「Occident」という馬がとくに有名であった。伝説によると彼は Duhousset 大佐の絵をめぐって Frederick MacCrellich と 25,000 ドルの賭けをしたという。Stanford の主張はギャラップのとき馬の4脚全部が地上を離れる瞬間があると言うのである。ただし彼の伝記 Clark「Leland Stanford」(1931)によると Stanford は賭け嫌いで、しかも MacCrellich は政敵であったから、そんな事はあり得ないとしている⁽⁶⁶⁾。しかし、20 年もあとのことになるが Muybridge もそうだとしている所をみても、少くとも当時は賭けはともかくとして、誰かとの間に論争があったのは確かであろう⁽⁶⁷⁾。この論争に決着をつけたのがイギリス生ま

れの写真家 Eadweard Muybridge (1830-93) である。Muybridge は 1868 年ごろからアメリカ西部の写真、とくにヨセミテ (Yosemite) 渓谷の写真で名を知られるようになるが、それまでの経歴の詳しいことは分かっていない。イギリス「Dictionary of National Biography」(1912)⁽⁶⁸⁾ に簡単な記載があり、アメリカ「Dictionary of American Biography」⁽⁶⁹⁾ (1934) はほとんどこれからの引き写しと見てよい。この中でアメリカ「National Cyclopaedia of American Biography」⁽⁷⁰⁾ (1926) がもっとも詳しい。これは活動写真史 J. Ramsay 「A Million and One Nights」(1926)⁽⁷¹⁾ が新しく発掘した事実を加えているからであろう。

写真史的にもっとも正確で信頼がおけるのは Dover 版「The Human Figure in Motion」(1955) の前に付けてある写真史家 Robert Taft の「序文」である⁽⁷²⁾。

Muybridge は 1830 年 4 月 9 日イギリス Kingston-on-Thames に生まれた。父は穀物商 John Muggeridge で母は Susannah である。彼は若いときからエクセントリックなところがあり、元の名前 Edward James Muggeridge を Edward Muybridge と変えた。これはあとで、さらに Eadweard Muybridge となる。この方が真正アングロサクソンのたと言っているのである。ふつうの初等教育を受けたのち、ロンドンで少し働いたらしいが、1852 年にアメリカに移住した。はじめはニューヨーク市で書記などをし、このとき写真の手ほどきを受けたらしい。1860 年ごろにはアメリカ政府陸地測量部 (U. S. Geological Survey) のために太平洋沿岸の写真を撮り、1870 年ごろにはアメリカ政府太平洋沿岸写真測量 (photographic survey) 班の指揮をとるまでになった。この年から San Jose で写真館を経営し、サンフランシスコでも有名な Bradley & Rulofson 写真館の下請けもした。風景写真家 Carleton E. Watkins の指導を受けたとも言われている。彼が 1867 年に撮ったヨセミテ渓谷の写真はその雲の描写の美しさと景観の雄大さで注目された⁽⁷³⁾。もっとも、これは雲の写真と地上の写真を合成して焼き付けた物である。これらは 22 インチ角の当時としては大きな物で、ヨーロッパでも評判になり (1873) ウィーン国際写真展で賞を得たという。1867 年にアメリカ政府がロシアからアラスカを購って併合したので、1868 年陸地測量班に参加してアラスカの写真を

撮った。また 1870 年には Stanford が社長をしていた Central Pacific 鉄道の契約写真家に採用され、1873 年カリフォルニア Modoc インディアンとの戦にも加わって記録写真を撮った⁽⁷⁴⁾。

このころサンフランシスコには 1860 年（万延元年）福沢諭吉の写真撮った William Shaw (1820–1903)⁽⁷⁵⁾ や Robert H. Vance⁽⁷⁶⁾ など多くの優れた写真家がいた。これらの中にあつて Muybridge はそう目立った存在ではなかったが、1872 年春 Stanford 論争のころには、それでも少しは名のおつた写真家の一人に数えられていた。さて Muybridge が Stanford に雇われて馬の写真撮るようになった経緯について、Muybridge の言うところとこのころサンフランシスコで信じられていたところに喰い違いがある。Muybridge は 65 歳になった 1895 年からイギリスに帰って住むようになる。そのころ出版した「Animals in Motion」(1899) の「はしがき」(Preface)の中で彼は自分の「動物歩走行写真」研究を回顧している⁽⁷⁷⁾。その全訳が「付録 1」である。

この中で Muybridge は次のように言う。

「私はこの論争に注目して、すぐにもこれに決着を付けようと決心しました。私が当面した問題は、1 秒間に 30 ヤード（中崎注：27.5m）もの速度で動く馬の脚を、ごく短い露出時間内にコロジオン湿板の上に、満足できるシャープでコントラストの良い映像として、どうしたら写せるかという難問でした。」「特殊な露出装置を考案し、またふだん手慣れた早撮り仕事の材料をずっと丁寧に調製してから、1872 年 5 月カリフォルニア州サクラメント (Sacramento) 競馬場で仕事を始め、数日の間に有名な名馬オックシデント (Occident) がカメラの前を 1 マイル（中崎注：1.6km）2 分 25 秒から 2 分 18 秒の速度で速歩 (trott) で横切っていくのを数枚の陰画に撮りました。この実験の結果の写真は騎手のシルエットが確認できるほどシャープで、その中の数枚は馬が同時に全ての脚を完全に地上から離しているのを示しておりました。」「Leland Stanford 氏は数多くのサラブレッドや第 1 級の競走馬を所有しておりました。この人に私の計画を打ち明けたところ、彼の牧場（ペロアルト、Palo Alto、現在のスタンフォード大学キャンパス）で実験を続けるようにという協力を得ました。」

これで見ると Muybridge は自発的に「決着を付けようと決心し」そして成功したので、Stanford に「私の計画を打ち明けた」となっている。ところが、1年経った翌年(1873)の4月彼等の研究の進行を伝えるサンフランシスコ「Alta California」紙4月7日号では次のようになっている⁽⁷⁸⁾。

「Leland Stanford 氏は競走馬の運動 (in action) を研究しようと海外の友人たちを誘いましたが、ある友人が E. J. Muybridge 氏を雇って馬が速歩 (trotting) しているところを撮らせたなら良かろうと教えてくれるまでは、どうしたら良いか分からなかったのです。すぐに Muybridge 氏を呼びにやりこの仕事に雇いました。しかしこの写真家は始め不可能だと思ったのでした。」「厩舎の近所の敷布を全部集めて、その白い背景で馬を浮び上がらせようにはしました。名馬オックシデント (Occident) をしばらくこの白幕に慣らしたのはいいのですが、次の問題は1秒間に38フィート(中崎注:11.6m)の速度で走る馬をどのようにして写すかです。第1日目のレンズを開けたり閉めたりする実験は失敗でした。第2日目はこの開け閉めを速くして、何とか影が写りました。第3日目に Muybridge 氏はよく考えた上で、2つの板がスプリングの作用ですれ違うようにしました。これで8分の1インチの隙間が500分の1秒間開くようにしました。こうして馬が前を駆け抜けると、2枚のレンズで陰画ができました⁽⁷⁹⁾。これは名馬オックシデントの姿を完全に写し取っておりました。」

私は20年もあとになって書いた Muybridge の回想記よりも、同時代的な「Alta California」紙の記事の方が正しいと思う。Muybridge は生涯にわたって自己顕示欲の強い男であった。だから自分の発想のように書いているが、フリーの写真家が誰の紹介もなく1872年5月サクラメント競馬場に出かけて、Stanford の秘蔵する愛馬「Occident」を数日間にわたって撮らせてもらえるだろうか。また報酬も考えないで特殊な露出装置を作ったりするだろうか。おそらく新聞の報じるように Stanford が友人たちと話している間に「写真を撮ればよいではないか」となり、「それなら、うちの Central Pacific 鉄道で雇ったことのある Muybridge でどうだ」となったのが自然のような気がする。さてこの1872年5月の成績について Muybridge は「はっきりと軍配が上がったのです」と言っているが、あ

とで Stanford が出版した「The Horse in Motion」(1882) では「inconclusive」であったとなっている⁽⁸⁰⁾。この当時の感度の低いコロジオン湿板では露出不足で「ボンヤリとしたシルエット」でしかなかったのが、本当であろう。Muybridge は自分の写真館や陸地測量部の仕事があって馬の仕事ばかりやっておれない。それに彼はこの年に結婚している⁽⁸¹⁾。息子も生まれたが、2年あとの1874年10月になって妻の愛人を殺害するという大事件をおこしてしまった⁽⁸²⁾。結局は4カ月あとで無罪になったのだが、サンフランシスコに居づらくなり郵便船会社に勤めて中米へ出張したりした。この間、1876年ごろになってコロジオン法にも「rapid」法(別名「lightning」法)が開発されて露出時間が従来の4分の1で済むようになった。金属塩の種類を増し臭化物の割合を多くしたのである⁽⁸³⁾。このような成果を手にした Muybridge は1877年夏になって Stanford に実験の再開を奨めた。こんどは Stanford のペロアルト牧場(Palo Alto)で、5年前と同じ愛馬「Occident」が白いスクリーンの前を1時間22.5マイルの速度で走るところを40フィートの距離から撮影した。露出は1000分の1秒で、やはり露出不足のシルエットしか写らなかったが、それでもその中の1枚は明らかに4脚全部が地上を離れている状態を撮っていた。この成績に気を良くした Stanford は、金に糸目をつけず1878年から本格的に研究することにした。この研究は1879年秋まで続く。あとでこの「hobby」に Stanford が遣った金は1872年から1880年までで4-5万ドルにもなったと噂された⁽⁸⁴⁾。

ペロアルト牧場での最大の改良は「rapid」湿板以外にカメラの数を12台にして、馬の走行の全位相を連続的に撮るようにした点である。これら撮影方法の大要は「The Horse in Motion」の付録に説明されている⁽⁸⁵⁾、撮影グラウンドの様子はこの本の中の3枚の写真から大体わかる⁽⁸⁶⁾。馬が走る50フィートほどのトラックには埃が立たないように皺ゴム板が敷かれた。背景には少し傾斜した木塀(横50×高さ15フィート)を作り、この表面に白木綿を張った。これに21インチ間隔で垂直の黒線を引き、左から順番に写真に写る大きさの番号を書き入れた。また蹄が上がった高さを知るために、木塀の前に別の横板をおいて、これに4インチ間隔で黒の水平線を引いた。トラックの正面から40フィート離れて、ト

トラックと平行に長さ 40 フィートのカメラ小屋を建てた。これは前面に横長の窓を備えていて、ここに 21 インチ間隔に 12 台の大口径カメラとおいた。コロジオン湿板では近くに暗室が必要であるから、小屋の裏がこの暗室になっていた。本の挿絵には 6 人の人が写っているが、少なくともこの程度の手は必要であったであろう。露出には電磁シャッターを使い、時計仕掛で定まった間隔で撮影できるように工夫されていた。これらの電気装置は Central Pacific 鉄道 John D. Isaacs 技師が作ってくれた。準備は 1878 年 6 月には整ったが、撮影を開始してみるとトラック上の馬の走行と、露出のタイミングが合せにくいのが分かってきた。それで時計仕掛とは別に馬自体にシャッターを切らす工夫を加えた。たとえば適当な間隔に絹糸を張り、これを馬の胸が押すとシャッターが落ちるように工夫した。絹糸は次つぎと切れて行く。また一輪車を引く馬のときにはトラックの上に針線を並べ、この上を車輪が踏むと車輪の鉄が導体となって、短絡して電磁シャッターが作動するようにもした。

Muybridge の言うところでは露出は 2000 分の 1 秒から、3500 分の 1 秒、5000 分の 1 秒などとなっているが、当時のコロジオン湿板のことであるから 1000 分の 1 秒が限界であろう。1879 年夏からはカメラの数を 24 台にして、その間隔を 12 インチに縮めた。このため背景の垂直線の間隔も 12 インチとした。

「The Horse in Motion」のグラウンド写真撮影（ヘリオグラフ印刷）⁽⁸⁷⁾はこの当時の物で、24 台のカメラが並んで写っている。撮影が終了した 1879 年から 5 年して、Stanford の可愛がっていた一人息子が 16 歳で死亡した。この少年が撮影トラックの上を小馬に乗って駆けている写真（1879 年 5 月）が残っている⁽⁸⁸⁾。Stanford は亡き息子を記念して、この牧場の地に大学を建てた。現在のスタンフォード大学がこれである。撮影トラック跡には 1929 年記念のタブレットが建てられた。Stanford は愛馬家であり、自身馬の飼育、調教に関心が深く、これらの写真をまとめて一冊の本として出版することを考えていた。ところが Muybridge は（おそらく Stanford に無断で）まだ撮影が進行中の 1877 年ごろから、これらの連続写真のある物に自分の名前で版權をとり、これに説明を付けて 1 枚 1.5 ドルで売り出すことを始めた。たとえば競走馬「Sallie Gardner」の図に

は「1878年 Muybridge 版權，ペロアルト牧場，1878年6月19日撮影」とあり，露出が2000分の1秒，12枚の位相写真の間隔は25分の1秒などの説明がついている⁽⁸⁹⁾。その上に，これらの写真に Stanford が出版予定の本「The Horse in Motion」と同じ題を付けたから，混乱がおこることになった。1881年からは Muybridge が写真をまとめて小冊子にして出版し始めたから余計である。

これら Muybridge の馬の写真が雑誌に掲載された最初は「Scientific American」1878年10月19日号である。この第1ページに競走馬「Abe Edgerton」の連続写真16枚が出た。その中の10枚がトロットで6枚が歩行である。写真を切って「だまし円筒」の中に貼り，活動して見せるとよいと注釈も付いていた⁽⁹⁰⁾。ただし写真と言っても本当は小さなシルエットの線画であったから，写真家 Rulofson など専門家は良く言わなかった⁽⁹¹⁾。しかし馬が疾走しているところを始めて連続写真に撮って見せたのだから，世間とくに美術界に与えた衝撃は大きかった。とくに馬が空中にあるとき，4脚全部が胴体の下にまとまっている姿がそうであった。「Scientific American」の写真はそのままフランス科学雑誌「La Nature」1878年12月14日号に掲載された。これを見た Marey はこの雑誌の創始者（1873）で編集者でもある気象学者 Gaston Tissandier（1843-99）に1878年12月18日付で手紙を書いた⁽⁹²⁾。Tissandier 自身も写真家で写真の本を出し（1874），これは英訳もされていた（1878）⁽⁹³⁾。

「12月14日『La Nature』に載った Muybridge 氏の写真には感心いたしました。この写真家と連絡できるようにしてくれませんかでしょうか。彼の方法以外では解決の困難な，生理学上の問題を研究するのに彼の助けが欲しいと思います。私は銃に似たある種の写真機を考案いたしました。飛んでいる鳥の姿とか，翼の運動の連続した一連の写真を撮っております。」

Marey はすでに Stanford と文通していたが，連続写真になったのを見るのは始めてだったのであろう。Stanford は1880年にはパリで Marey と会って多くの写真を見せる。また画家として有名なフィラデルフィア Thomas Eakins（1844-1916）⁽⁹⁴⁾もこのころから Muybridge と文通を始め，自分の馬の絵をこれらの写真に倣って描いた。

ペロアルト牧場での研究結果は1882年解剖学者 Jacob Davis Babcock Stillman (1819-88) の名前で出版された。

「The Horse in Motion, as shown by instantaneous photography, executed and published under the auspices of Leland Stanford」
(J. R. Osgood, Boston, 1882)

このように全面的に Stanford の事業となっていて、Muybridge に関しては本文に「a very skillful photographer」とだけしか書かれていない⁽⁹⁵⁾。Stanford は Muybridge の勝手な行動に腹を立てているのである。Muybridge はこれに対して50,000ドルの賠償を要求して訴訟したが、この係争はウヤムヤになってしまった⁽⁹⁶⁾。あとで判るように Muybridge はチャッカリと取る物は取るのである。「The Horse in Motion」は127ページの小さな本で、その中に運動107図版が2枚を除いて全部「線画」で出ている。これらは12枚から24枚の連続写真で、横からだけでなくいろんな方向から撮った写真から混じっている。表題は「馬」だけであるが、中には宙がえりをする人物など人間の運動や、鳥の飛翔の連続写真も含まれていた。この本はそう売れなかったから現在では稀少本となっているそうである。

6. Muybridge 「動物活動鏡」実演(1880)とその影響

顕示欲が強くエクセントリックなところの多い Muybridge は、このころから次第に写真家としてより、むしろ興行師 (showman) として活躍するようになる。公開講演の最初はサンフランシスコ1878年7月で、秋にはサクラメントでも行なった。これらの講演ではペロアルト牧場で撮った写真から作ったスライドをライムライト光源で映写してみせた。馬の歩走行ばかりでなくて、人間、犬、鳥の運動などを見せたが、これらはまだ活動写真ではない⁽⁹⁷⁾。これが1880年春には「活動写真」となる。すでに説明しておいたように Uchatius (1853), Reynaud (1877) もスクリーンに活動写真を投映して見せていたが、それに使うスライドは「写真」ではなく手で描いた物である。ただアメリカではすでに1870年 Henry R. Heyl が音楽に合わせて活動写真「ワルツの2人」を「だまし円盤」を使って投映して見せていた。このとき使用した1枚1枚の連続スライド(1×1イン

チ角）は確かに写真ではあったが、ところどころで踊りを止めて撮った連続「静止写真」であった⁽⁹⁸⁾。1878年になって Muybridge の馬の「連続瞬間写真」が発表されると、これを活動させて見ようとする試みが出て当然である。始めてこれを掲載した「Scientific American」1878年10月19日号ではすでに、これを「だまし円筒」に貼ることを奨めている。また1879年夏「英国科学振興会」やロンドン「Field」スポーツ紙における試みもあり、これらにはすでに触れておいた⁽⁴⁹⁾。スライドの原画は「連続瞬間写真」コロジオン原板であるが、雑誌に載ったのはこれから描いた線画である。原板を所有している Muybridge が活動写真に乗り出して当然である。彼は始め Marey からの忠告もあって「だまし円筒」型にしてみた。これでは大勢の人に見せられないから、あとで Uchatius「だまし円盤」型に乗り代えた。これらの工夫の詳細は「Animals in Motion」の「はしがき」にあるから、詳しくは「付録1」で見てほしい。「だまし円筒」型では立体カメラで撮った左右像を別べつの円筒の内部に貼り、これら円筒を同期回転させた。2つの円筒のスリットから見える左右活動像を Wheatstone 反射式立体鏡で立体活動写真として見た⁽³⁾。「だまし円盤」型のは始め「ゾエジャイロスコープ」(Zoögyroscope, 動物回転鏡)と呼んだが、あとでは「ゾエプラキシスコープ」(Zoöpraxiscope, 動物活動鏡)とした。Muybridge はこれを「活動写真」の原型だと主張する。

「私はこの装置を『ゾエプラキシスコープ』(zoöpraxiscope) (動物活動鏡)と名付けました。これは、そのままの動物 (from life) を組織的に分解写真に撮り、その運動を合成してみせるために作られ、使用された最初の装置です。これはまた、その効果から考えて、現在いろんな名前と同じ目的のために使われている、全ての装置の原型に当たるものであります。」

「Animals in Motion」にはこの構造と作り方が詳しく説明されている。20枚ほどの連続位相写真陰画の10組ほどを大きなガラス円盤の外周に貼り、これを原板にしてこれを大きなガラス陽画に焼き付ける。このガラス陽画を円形に切って回転させる。Muybridge は写真にかなりの修正を加えている。シャッターは同じ大きさの金属円盤にスリットを切った物で、これを画像円盤と反対方向に回転させて幻灯機でスクリーンに投射し

た。光源にはライムライトを使ったのであろう。ガラス円盤の外周の連続写真はたかだか 200 枚である。これを 1 秒間に 10 枚の早さで投映したとしても全体で 20 秒で済んでしまう。観衆は何回も同じ物を繰り返えし見せられたに相違ない。しかもその運動は駒おとし活動写真のようにギコチない。それでも観衆は驚嘆した。馬のギャロップ写真の一駒ずつは奇妙に見えるのに、これを活動させて見ると馬は調和のとれた優雅なスライドで疾走している。Muybridge がこの装置を使って始めて公開講演をしたのが 1880 年 5 月 4 日夜である。サンフランシスコ「Call」紙 5 月 5 日号は次のように報じた⁽⁸⁴⁾。

The Zoogyroscope
Photographs Illustrating Animal Motion
Interesting Exhibition By Muybridge
Horse Trotting, Dog Running, Bird Flying,
Athletic Antics.

“San Francisco Call”, May 5, 1880.

「昨晚『サンフランシスコ芸術協会』(San Francisco Art Association) 画廊で写真家 Muybridge 氏が自分の『動物回転鏡』(zoogyroscope) を少人数の人に見せました。本紙の読者のご承知のように、Muybridge 氏は元知事 Leland Stanford 氏の後援を得て、元知事の住む Menlo 公園で過去 2 年間、動物の運動を写真に撮っております。Stanford 氏はこの方面に大変関心が深く、Muybridge が自分の愛馬『Occident』の運動を始めて撮ったのに喜んで、彼に自由に実験できるように全権を与えました。特にこの目的のために、ヨーロッパやアメリカで多くの装置を制作し、元知事の Palo Alto 厩舎においての実験のために設備を整えてもらい、この度ついに幻灯機と動物回転鏡を組み合わせ、ほとんど完成の域に達しました。Stanford 知事は、彼の友人の言うところの、この『趣味』(hobby)のために、40,000 ドルから 50,000 ドルを使ったと言われております。」「今晚から 1 週間、毎晩公開映写がある予定です。」

活動写真は馬の歩走行だけでなく、犬の運動、鳥の飛翔、人間のレスリング、フェンシング、宙がえりなども見せた。おそらく次の晩からは有料であったから、これが「映画興行」の最初ということになる。

サンフランシスコを皮切りに Muybridge は東部に向けて講演旅行を続け、ニューヨークでは名門「Union League」クラブでも講演をした。次の年、1881年にはヨーロッパに渡り、パリの Marey のところに落着いた。Marry は 1881年9月パリ「電気会議」に集った各国からの科学者を自分の実験所の夜会に招いて Muybridge の「活動写真」を見せた。これが大評判となり、暮には「ナポレオン一世と幕僚」などの歴史画で有名な Jean MESSONIER (1815-91) が自宅に、多くの画家や文化人を招いて Muybridge の実演を見物した⁽⁹⁹⁾。この中には「椿姫」の Alexander Dumas (1824-95) の姿もあった。フランス政府は MESSONIER の歴史画のために、彼の家の庭に走行トラックを作って馬の写生の便宜まで計ってやっていた。MESSONIER 邸の夜会の様子はパリ新聞に報道され、アメリカでは「Scientific American」誌などがこれを紹介した。MESSONIER はナポレオン乗馬の脚を描きなおしたと伝えられている。Muybridge は講演の中で、有名な画家の手になる馬の絵をスライドで見せて、その誤りを指摘していた。これまでの画家は正確に観察しないで固定観念で描いている。彼は「Animals in Motion」「ギャロップ」の中で次のように言う⁽¹⁰⁰⁾。

「子供のとき、私たちの心に意味のない記号が、ある実存を意味するのだと植え付けられたとしよう。この記号と実存の関係は小学校で繰り返し教えられ、高校でも大学でもそれが正しいのだと教え込まれる。こうして、この記号と実存—たとえ想像の上のものでも—が非常に緊密に結合してしまっ、たとえ私たちの理性と実際の観察がこれは本当の関係ではないのだと教えても、それを分離するのが非常に困難になる。同じことは、伝統的な馬のギャロップについても言える。私たちはこれを絵画の中にあまりにも見慣れているので、それは私どもの意識を知らないうちに支配し、私どもはその表現を疑いなく正しいものと思い込んでしまう。それは私たちが全ての先入観を捨てて、自然そのものを独自に観察して、真実を追求するまで続く。」

画家たちはよく疾走する馬を「木馬」(rocking horse) のように描いて来ていた。Taft の調べたところによると、Muybridge の写真のあとで馬の描写には一種の革命がおこっている。アメリカ西部開拓地を描いて有名な画家 Frederic Remington (1861-1909) の馬の絵の中には Muybridge

の写真と全く同じ物があると言う⁽¹⁰¹⁾。Muybridge はパリのあと、ベルリンなどで講演し 1882 年春から夏にかけてロンドンで講演した。王立学会、芸術院 (Royal Academy), 芸術協会 (Society of Arts), 王立研究所などである⁽¹⁰²⁾。王立研究所では皇太子が司会して聴衆の中にはときの首相 Gladstone, 科学者 Huxley, Tyndall, 画家 Leighton, 詩人 Tennyson の顔があった。

7. ペンシルベニア大学実験 (1884-85) と Muybridge の晩年

1882 年 10 月有名人となってアメリカに帰ってきた Muybridge はまだ 53 歳である。彼は前からコロジオン湿板に代えて乾板を使ってもう一度本格的に「動物写真」を撮りたいと考えていた。イギリス医師 Muddox の短い報告 (1871) から始まった臭化銀ゼラチン乾板は次第に改良され、この 1882 年ともなるとアメリカでも市販品が出るようになっている⁽¹⁰³⁾。乾板は自分で塗る必要がなく、あらゆる点で便利でその上に感度も優れている。しかしこの計画も実行するとなると費用が大変である。もう Stanford を頼ることができない。こんなところへ前から文通していた画家 Eakins がフィラデルフィア市で講演するように招いてくれた。Eakins は自分でも写真に熱心で Muybridge の馬の写真挿絵からスライドを作り、これを「Pennsylvania Academy of Arts」での自分の講義に使っていた⁽¹⁰⁴⁾。彼はまたあとで 1 枚の乾板に人体の運動などを 10 回も多重撮影する技術 (1884) を開発している⁽¹⁰⁵⁾。この Eakins が同じフィラデルフィア市の工業家で自分のパトロンでもある Fairman Rogers (1833-1900) と一緒になって招いたのである。そして、おそらく彼等の仲介で同市の出版業 J. B. Lippincott が出資してくれることになった。Eakins は画家だから人間の裸体に興味をもっている。それで今度はカリフォルニアでの撮影と違って人体の運動を主にすることにした。これなら売れそうである。Lippincott 社が乗ってきたのもこれに関係があるのだろう。しかし Muybridge の計画は大規模で Lippincott 社だけの手に負えそうもない。それで社長が後援していたペンシルベニア大学学長 William Pepper 博士に話をもって行ったところ大学の事業としてやろうと言うことになった。計画は 1883 年暮からであるが、実際の撮影は 1884 年春から始まり 1885

年秋に終了した。この間、晴れた日は最高で750枚、平均500-600枚の写真を撮った。使用したCramer社乾板(セントルイス市)は10万枚に達したという。全事業に対するペンシルベニア大学の出費は3万ドル(出版の費用まで入れると4万ドル)であった。大学の事業であるから学長の任命した委員からなる委員会の監督の下におかれた。委員は多く医学部、美術部教授で外からはEakinsも参加した。また電気装置係にはL. F. Rodinella, 現像係にはHenry Bellがいて仕事を助けた。

撮影の実際はいろんなところで説明されているが、ここではDover版「動物の運動」(1957)に収録されているところに従って説明しよう⁽⁷⁷⁾。この全訳が「付録2」である。説明は要領が悪いので、私の訳では少し言葉が補ってある。これから見てもMuybridgeの科学的訓練のなさが分かる。寸法にはMareyの影響によるのかメートル法が混じっている。

37m 走行トラックは前面の開いた屋根付の小屋で、トラックには皺ゴム板を敷いた。背景は5cm方眼で50cmのところを太くした。トラックの両端には同じ背景を横向きに付けた。これは走行を正面や背後から撮るときのためである。トラック以外の場所で撮るときは、同じ方眼を入れた可動背景(幅3m×高さ4m)を使った。これには黒地と白地とがある。

走行を撮るための固定カメラ列はトラックから15m離れて、トラックと平行においた。口径3インチ、焦点距離15インチのカメラ24台をレンズ間距離6インチでおいた物である。全長約370cmであるが、ふつうはそのうち12台だけを使用している。背後からとか斜め前方から撮るのには、これより小さな可動カメラを使った。これには口径1¼インチ、焦点距離5インチのレンズを3インチ間隔においた、全長約90cmで1台のカメラである。斜め前からは60度の角度で撮り、背後から撮るときはこの可動カメラ列を縦にして使った。乾板は固定カメラ列で4×5インチ、可動カメラ列ではこの半分ほどの大きさであった。これらカメラやシャッターの説明はこれだけしかないのに、撮影間隔をコントロールする回転時計(motor-clock)はかなり詳しく説明されている。自慢なのであろうが、寸法が全く書いてない。円盤の外周が絶縁ゴムになっていて、この中に24本の白金コンタクトが詰め込んである。この白金コンタクトは各カメラの電磁シャッターにつながっている。電池の別の極からの導線の端はブラシ

になっていて、これが円盤の周囲を回転し、白金コンタクトと接触すると電流が流れて電磁シャッターが作動する。露出間隔はブラシの回転速度を変えて調節できる。回転の動力は重りの落下であり、この落下速度は重りの重さやこれにつけた空気抵抗風車によって加減した。導線を分岐して各カメラ列に送れば、全カメラ列の露出を同期させることができる。電磁シャッターが落ちたシグナルはクロノメーターに送られ、これを100ヘルツ音叉の振動と一緒に煤付け円筒の上に記録した。これから露出間隔を1000分の1秒まで読むことができる。露出間隔はふつう100分の1秒から数秒であった。また露出時間の最短は6000分の1秒であったが、ふつうは600分の1秒程度で十分であった。

人間のモデルは男性のとき大学関係者が当たったが、全裸が多かったから女性のときはモデルを雇っている。ライオンなど野獣はフィラデルフィア動物園で1885年夏から秋にかけて撮った。これら撮影の結果は2年後の1887年に生理学者 H. Allen 博士の簡単なテキスト付で出版された⁽¹⁰⁶⁾。

「Animal Locomotion; an electro-photographic investigation of consecutive phases of animal movements, 1872-1885」(J. B. Lippincott, Philadelphia, 1887)

図版は全部で781板で、これが19×24インチの紙にコロタイプで印刷され(New York Photogravure社)、写真の大きさは6×18インチから9×12インチで、この中に12から36枚続きの連続写真が並んでいる。だから全体では約2万枚の写真ということになる。この781図版は14項目に分類され、その内訳は人間530(男211, 女303, 子供16)、身体不自由者など32、動物219(馬95, ロバなど家畜40, ライオンなど57, 鳥27)で人間が約70%を占めている。今度の図版はもはや「線画シルエット」ではなくて、細部まで写った「写真」である。これを11冊の本に製本した物は550ドルで売られ、製本しない781枚は全部で500ドルした。高価であるから予約制にしても売れたのは図書館など公共機関に36部出ただけと言う。また100枚だけ100ドルで買うことができ、購入者は欲しい図版を1枚1ドルで買い足すことができた。Edisonなど金持は女性の裸体を主にしてこの方を買っている⁽¹⁰⁷⁾。これら図版集には説明がないので、ペンシルベニア大学では50ページの小冊子を別に出版した(1887)。題は上

記の長い本題の後に「Prospectus and Catalogue of Plates」を付け加えた物である。この小冊子の付録には撮影法の簡単な説明が付いている。さらに、これとは別にペンシルベニア大学はもっと専門的な解説書(136ページ)も出版した。

「Animal Locomotion; The Muybridge Work at the University of Pennsylvania, the Method and the Results」(J. B. Lippincott, Philadelphia, 1888)

この中には W. D. Marks 教授の撮影法「The Mechanism of Instantaneous Photography」や Francis X. Dercum 博士による身体不自由者の運動解析などが入っている⁽¹⁰⁸⁾。

このころ Muybridge は「動物活動鏡」の改良について Edison と相談した。「はしがき」(付録 1) ではこうなっている。

「私はこの装置の改良について 1888 年 2 月 27 日に Thomas A. Edison と相談しました。それは、この装置を蓄音機と組み合わせて、見る動作と一緒に言葉も観衆に聞かせるようにできないかという相談でした。」これだけだと、いかにも自分の意志で Edison のところへ出かけて相談したように聞えるが、実際は Edison が「New England Society」のための文化講演会に頼まれて、2 月 25 日 Muybridge を自分の新しく建てたばかりの「West Orange 研究所」に招いたのである⁽¹⁰⁹⁾。Edison も前から同じようなアイデアを持っていたから、Muybridge の実演を見てこれなら物になりそうだと確信を持ったことであろう。すぐに仕事に取りかかった。一方 Muybridge の方は「動物活動鏡」について、これを活動写真に完成させようという努力はこれからも全くしていない。

このあと Muybridge は東部に住んで、ときどきヨーロッパへ講演に出かけている。これは「Animal Locomotion」販売促進のためでもあって、1891-92 年にはドイツに出かけこの時はウィーンで写真史家 Eder と会った⁽¹¹⁰⁾。1893 年はコロンブスのアメリカ大陸発見 400 年だと言うのでシカゴ市で万国博覧会 (Columbia World's Fair) が開催された。会場には合衆国教育局 (U. S. Bureau of Education) の肝入りで大きな「Zoöpraxographical Hall」が建てられ、ここで Muybridge が入場料をとって講演と実演をした⁽¹¹¹⁾。このとき説明用テキストを作った。この中にも撮影法や

「動物活動鏡」の説明がある。

「Descriptive Zoöpraxography, or the Science of Animal Locomotion」(Lakeside Press, Univ. Pennsylvania, 1893)

1895 年 65 歳になった Muybridge は生地 Kingston-on-Thames に帰ってここで住むようになる。それでも、しばらくはアメリカとの間をよく往復していたが、やがて 1900 年から定住した。友人と 2 人だけで「Liverpool 2 番地」に住み、この庭にアメリカ 5 大湖を模した池を掘ったそうである。ペンシルベニア大学版「Animal Locomotion」は高価の上に大きくて不便と言うので、この縮刷版をロンドンの書店から出版することにした。もちろん今度は大学の了解を得た上であろう。まず 1899 年動物の本から出た。図版印刷はハーフ・トーンである。

「Animals in Motion; an electro-photographic investigation of consecutive phases of muscular actions, 1872-1885」(Chapman and Hall, London, 1899)

ページの大きさは $9\frac{1}{2} \times 12$ インチで、約 100 枚の図版が収録されている。表題は「動物」であるが人間のも少し入っていた。1901 年になると、人間だけの図版集を出した。

「The Human Figure in Motion, an electro-photographic investigation of consecutive phases of muscular actions, 1872-1885」(Chapman and Hall, London, 1901)

これもページの大きさは「動物」と同じで、約 125 枚の図版が収録されている。この本が Muybridge の最後の本となった。以上の縮刷版はどちらも好評で版を重ねた。さらに、これらの Dover 版「人間」(1955)⁽⁷²⁾、「動物」(1957)⁽⁷⁷⁾が出て便利に手に入るようになった。

ただし Dover 版は忠実な複製版ではなくて、解説が新たに加えられ収録図版の数も大幅に増えている。

Muybridge が死亡したのは 1904 年 5 月 8 日である。「Woking 墓地」に葬られた。Kingston 図書館には「動物活動鏡」、ペンシルベニア大学原板、スライド、アルバムなどとともに、資料購入用に 3000 ポンドが寄付された。Kingston 図書館の記念肖像タブレット除幕式が 1931 年 7 月 17 日にあった。

8. Anschütz「電気迅速鏡」と Marey「計時写真術」

Anschütz「電気迅速鏡」 Muybridge から少し遅れてドイツで同じような試みをした写真家に Ottomar Anschütz (1846–1907) がある。Anschütz はプロシア領 Lissa (現在ポーランド, Leszno) に生まれた。動物が好きで自分の庭にいろんな動物を飼い、これらの写真を撮って発表した。これが有名になって近くの Breslau 動物園 (現在ポーランド Wroclaw) が猛獣の写真撮影の便宜を計ってくれた。彼の写真に対する貢献の一つにフォーカルプレーン・シャッター (focal-plane shutter, 焦点面シャッター) カメラを完成したことがある。これで 1000 分の 1 秒の露出が可能となった (Goerz-Anschütz カメラ)。しかし現在 Anschütz の業績としてもっとも良く記憶されているのは、コウノトリの家族を撮った 120 枚の瞬間写真であろう (1884)⁽¹¹²⁾。この撮影の目的に Anschütz は巢の近くの屋根の上に小屋を作った。雛に餌をやっている親鳥の姿など珍しい生態写真は人びとを喜ばせた。古くからヨーロッパ民族に親しまれたコウノトリの今まで知られなかった生態が、クローズアップで見せられたのであるから余計である。Anschütz も Muybridge にならって馬の歩走行の写真を撮り始め、その内に騎兵隊の訓練に使うと言うので、プロシア陸軍省からの要請によって Hannover 騎兵学校で大規模に馬の運動の連続写真を撮ることになった (1886)。これには電磁シャッターを使い 24 台の小型カメラが 4 分の 3 秒間に 24 枚の写真を撮れるようにした。露出間隔 100 分の 3 秒で Muybridge のものに近い。こうしてハードルを跳びこえる馬の運動を 24 段階に分解して見ることができた。しかし明るい短焦点レンズを使ったから画面は 1–2cm 角と小さくて引き伸して見なければならなかった。Anschütz はさらに陸軍省から頼まれて軍隊訓練用の連続写真も撮った。これらの中には体操などの外に軍隊の行進、攻撃などの集団行動の物まであった。またドイツ Meppen にある Krupp 兵器工場で弾丸の発射写真を撮った。このときの露出は百万分の 1 秒程度であった⁽¹¹³⁾。

1886 年からは Muybridge「動物活動鏡」にならって、自分の撮った連続写真を活動させる装置の開発に向った。その最初の「電気迅速鏡」(elektrisch Schnellseher) は 1887 年ベルリンとウィーンで実演された⁽¹¹⁴⁾。これは径 1.5m ほどの車輪のまわりに 10×10cm 角のガラススライド 24–

94枚を詰め込んだ物である。これを水平軸の回りに回転させると、一番上のスライドが眼の高さにくる。この裏に乳白ガラスをおき、さらにその裏から Geissler 放電管で照明した。この放電管にはブンゼン電池から高周波コイルを経て高電圧電流が送られ、この点滅が車輪の回転と同期するようになっていた。おそらく少くとも10分の1秒ほどの間隔で点滅させたのであろうが、これではスライドが100枚としても10秒ですんでしまう。それに一度に数人しか見ることができない。Anschütz「電気迅速鏡」の特徴はスリットやシャッターの代わりに点滅光源を利用した点である。この特徴は1890年発表の「電気タキスコープ」(Elektrotachyskop; tachy 迅速)にも引き継がれている。これは「だまし円筒」型にして電気迅速鏡を小型にし使いやすくした物である。透明スライドを円筒状にした物を回転させ、円筒の内部においた Geissler 放電管を回転と同期点滅させて外から見るのである。光源とスライドの間には散光用の乳白ガラス板をおいた。この新しい装置でも見る人は数人に限られる。Anschützは投映用の装置は考えなかったようである。

Marey「計時写真術」 1881年8月Muybridgeの活動写真とその華ばなしい成功を目にしたMareyは、自分の運動生理学の進む道もこれだと思ったに相違ない。この年、彼はパリ市会と交渉してブローニュ森南端の小公園(Parc-des-Princes)に動物歩走行撮影用の生理学研究所(Station Physiologique)のために土地を提供させるのに成功した。

こうしてMareyは「計時グラフ」法から「計時写真」術(chronophotographie)へと脱皮する。

Mareyが最初に手をつけたのはJanssen「回転写真銃」の利用である。Janssenはすでに(1876)自分の装置にレンズを付けたら動物の走行や鳥の飛翔の写真が撮れるはずと示唆していた。問題は使用する感光板の感度である。幸いMareyが仕事を始めた1881年ごろにはすでに、感度の良い臭化銀ゼラチン乾板が市販されるようになっていた。これを円盤に切って使用すればよい。Mareyは銃身にあたる場所に望遠レンズを備え、弾倉部分にJanssen回転装置を付けた写真機を工夫した。この銃身は伸び縮みして、これで焦点を合わせた。外観も猟銃そっくりであったから文字どおりの写真銃である。銃床を肩にあて、鳥などを狙って引鉄を引くと感光板

がゼンマイ時計仕掛で回転して撮影ができた⁽¹¹⁵⁾。最高720分の1秒露出で、1秒12駒の写真が撮れた。ただし画面の大きさは1.5cm角ほどであったから鳥などは極く小さくしか写らなかった⁽¹¹⁶⁾。それでも、これを拡大した物を線画にして「だまし円筒」に貼ったところ本物が翔んでいるように見えた。ただ野外携帯用であり、ガラス盤の慣性もあって、これ以上に早く回転させることは困難であった。やがてMareyは現在の撮影機のように带状フィルムを使用する方向に進む。Mareyの業績としてもっともよく記憶されているのは、多重露出による運動の連続撮影であろう。いかにもフランス人らしい発想である。暗い背景の前を明るく照明された人間が走る。これを短い露出で撮ると人間だけが写る。これを続けると1枚の乾板の上に連続多重撮影することができる。この方向の仕事は1882年ころから始めた。背景用に幅36フィート、高さ16フィートの奥深い小屋を建て、その奥に黒ビロードを張った。この前の明るいトラックの上を人間が走ったり動物が飛んだりする。対象物の大きさによって距離を変える必要があるから、カメラを入れた小屋(wagon)をレールに乗せて前後できるようにした⁽¹¹⁷⁾。小屋の中のカメラは大型蛇腹カメラでシャッターは直径1.3mのスリット金属盤である。これを回転させるとレンズと乾板の間をスリットが走って、5000分の1秒露出で1秒10駒の多重撮影ができた。露出間隔の測定には一定の速度で動く白く塗った秒針を同じ乾板の隅に写し取った⁽¹¹⁸⁾。人間の歩行のように遅い運動のときには画像が重なってしまう。これを避けるために、カメラ側だけが白で反対側が黒い着物を着せた⁽¹¹⁹⁾。他の試みでは人間に黒ビロードの着物を着せて、頭、腕、胴体、脚、足に輝く金属板リボンを付けた。この走行を1枚の乾板の上に多重撮影すると、まるで骸骨が走っているような珍しい写真が撮れた⁽¹²⁰⁾。馬のように胴体の長い動物では重なりがさらに大きい。これを克服するのに運動に合わせてフィルムを横に動かして撮る工夫もした。もっともこれは1887年ごろMareyが活動写真研究を始めてからである。

Mareyの撮影機(photochronograph)研究はイギリス人William Friese-Greene(1855-1921)のそれと時代的にほぼ重なっている。始めは幅9cm、長さ4mの紙フィルムを使い、カメラのハンドルを回すと、フィルムが横に送られて1つのスプールから別のスプールへ巻き取られ

るようになっていた⁽¹²¹⁾。レンズの後で回転する円盤はこの動きと同期して、1000分の1秒露出、1秒60駒の撮影ができた。Edisonも1888年から仕事を始めていて、1889春にはMareyの実験所を訪ねこの撮影機を見せてもらった。1890年からBalagnyが透明セルロイド乾板を売り出したので、Mareyは紙フィルムをこれに代えた。ただMareyはフィルムにスプロケット孔を明けることをしなかった。Mareyは撮るだけでなく、撮影したフィルムを陽画フィルムに焼き付けて、これをスクリーンの上に活動写真として投映する研究もしている。1892年5月フランス科学学士院で60駒の物を数種スクリーン上に投映して見せた。それぞれ数秒ですんでしまう。このとき光源には白熱電球を使用した⁽¹²²⁾。この他に放電管による閃光を利用して1秒間に120回多重露出するのにも成功し、これで昆虫、クラゲ、魚などの運動を連続撮影した。Mareyはそれまでに多くの本を書いていたが、1904年にその研究をまとめて主著「Le Mouvement」として出版した。この335ページ、図版214枚の本は次の年に英訳された。

Mareyが死亡したのは10年後の1904年5月15日である⁽¹²³⁾。死後20年もたってからの1926年3月17日にLumière兄弟の記念タブレットがカプシーヌ街「Grand Café」に作られた⁽¹²⁴⁾。

「1895年12月28日この場所で、Lumière兄弟によって発明された活動写真装置 (cinématograph) を使用して、初めての活動写真の公開上映が行なわれた。」

このタブレットの是非をめぐって1926年フランス写真学会で議論がおこった。Mareyの弟子、主に医者や生理学者10数名が署名入りで抗議文を送った⁽¹²⁵⁾。Lumière兄弟は1894年Edisonの「キネトスコープ」を購入して研究を始めている。確かに兄弟の装置はMareyの物より優れてはいた物の、これがMareyを「活動写真の父」の1人とする主張の妨げとはならない。

9. Edison, Friese-Greene, Lumière 兄弟の活動写真

Edisonの初期活動写真 Edisonが1888年2月にMuybridgeを招いて、その実演を見たことについてはすでに触れておいた。これは前の年のクリスマスに友人のW. P. Garrisonがボストンから手紙を寄こして

「New England Society」会員を実験所に招いてくれないかと頼んだからである。Edison は元の「Menlo Park」実験所から、新らしく「West Orange」実験所に移ったばかりであった。新しい実験所には投映装置などの整った部屋があったから、Edison はここに評判の Muybridge を呼んで彼の「動物活動鏡」実演をやらせようと考えた。Muybridge はペンシルベニア大学での仕事が終わったところで東部に住んでいたから都合がよかった。それに Edison は Mina 夫人には内緒で、例の「Animal Locomotion」裸体写真を予約購入して、実験所の机の引き出しに入れていた。Muybridge がこのとき投映装置と蓄音機の結合について相談した事情についてはすでに説明したとおりである。これは Muybridge から言われるまでもなく Edison も考えていたであろう。10年まえの蓄音機発明を紹介する「Scientific American」はその1877年12月22日号で次のように予言している⁽¹²⁶⁾。

「すでに人物の立体写真をスクリーンに投影して、聴衆に見せることができている。これに音声を集録し発声する蓄音機 (talking phonograph) を付け加えたら、実物の像はこの上もないほどに再現できるであろう。」

Muybridge の実演が実行への引鉄となったのである。しかし Edison 自身は写真に全く素人であったから、仕事は28歳の助手 William Kennedy Laurie Dickson にやらせることにした。イギリス生まれの Dickson は早くから Edison の実験所で働くことを希望していたが、やっと1885年に入所できて、このころ電磁選鉱の研究をやらされていた⁽¹²⁷⁾。当時 Edison は結局は物にならなかったこの事業に熱を上げていたから、Dickson も活動写真実験ばかりに専念できなかった⁽¹²⁸⁾。Dickson は芸術家肌なところがあり、それまでも Edison の家族の写真などをよく撮っていたから、写真を利用する仕事に回されたのである。Edison のアイデアは始めから「蓄音機—兼—写真」(phonograph-cum-photograph) であった。当時の蓄音機の録音部分は円盤でなくて円筒 (wax-cylinder) であったから、彼はこれと同軸に別の円筒を付けて、この上にラセン状に微細 (32分の1インチ) 写真を貼ることを考えた⁽¹²⁹⁾。円筒を回転させると、一方の円筒から音声が聞こえ、一方の円筒に貼った連続写真はこれを拡大鏡で見る

のである。1888年10月17日には早くも特許予備申請をした。円筒にはラセン1ピッチに180枚の微細銀板写真を貼り付ける。全体でこれが42000枚で、これにより28分間活動写真を見せようというのであるから、ほとんど実現不可能な案であった。この申請に際して名前を付けることになり、始め「kinesigraph」としたが、結局はEdisonが修正して撮影機を「kinotograph」、見る方の装置を「キネトスコープ」(kinetoscope; kinotikos 運動)と呼ぶことに落ち着いた⁽¹³⁰⁾。

次の年、1889年6月にJohn Carbutt (フィラデルフィア市)が、8月にはEastman (ロチェスター市)がセルロイドフィルムを市場に出した。Dicksonは9月2日付でEastmanに手紙を書いて、もう少し感度の良い物はないかと尋ねている。このころEdisonはパリにいた。1889年はDaguerre 写真発表50年に当るので、この50年記念祭に出席するためである。Edisonの主目的はMarey 実験所訪問であった。ここで彼は帯状フィルムの重要性を痛感したことであろう。またÉmil Reynaud (1844-1918)の sprocket孔のあいた紙フィルムも見た。Reynaudは前からMuybridgeの馬の連続写真を使って、活動写真投映装置の完成に努力していた。Edisonはさらにドイツまで行って放電管を光源にする Anschütz「電気タキスコープ」も見学した。1889年10月に帰国するが、このときすでに彼はMarey-Reynaudの線で行こうと決心していたに違いない。

次の年、1890年4月には見る方の装置「キネトスコープ」試作品がなんとかできた。セルロイドフィルムが1秒10駒で動き、その間隔は100分の1秒であった。撮影装置の方はまだできていなくて、試験用にはMuybridgeの馬の連続写真を使った。この当時Edisonが目的としているのは活動「覗き眼鏡」(peep-show)であってスクリーン投映用の装置ではない。このころ、イギリスではすでにFriese-Greeneがセルロイドフィルムに風景を撮影し、これをスクリーンの上に活動写真として投映するのに成功していた。

William Friese-Greene (1855-1921)⁽¹³¹⁾ Friese-Greeneは1855年9月Bristolに生まれた。若いころTalbot (1800-77)の知遇を得て写真を教えてもらったと言う。それから1882年Bath市でJ. A. R. Rudgeと知り合うまでは旅回りの写真師として暮らした。Rudgeは自分が「bio-

phantascope」と命名した「だまし円盤」型の投映装置を考案していた。Friese-Greeneはその手伝いをしていたが、1884年にRudgeが病気となってからはこの仕事を引き継いだ。やがてロンドンに移住し、ここではピカデリー広場に写真館を始め、これが成功してBath, Bristol, Plymouthなどにも支店を持つようになった。しかし研究の方も続けて、1887年にはガラス板を使った「だまし円盤」による活動写真を写真学会で披露している。1888年からは両端にスプロケット孔をあけた紙フィルムを使って、連続写真を撮り始めた。できた紙陰画をヒマシ油で半透明してから、これを紙フィルムに焼き付けて陽画とした。この紙陽画にヒマシ油を塗り半透明にしてから投映するのである。これがあまり成績を上げなかったから、やがてセルロイドフィルムに乗り変えた。ただ、そのころはまだ満足できるようなセルロイドフィルムが市場に出ていなかった。それで自分でセルロイドフィルムを作ることから始めねばならなかった。アメリカEastman社でもReichenbachが研究を開始したころである。Friese-Greeneも1889年になるとこれに成功して、この上に臭化銀ゼラチン乳剤を塗ってセルロイド乾板を作った。この孔明けフィルムを使う撮影機の特許を1889年6月21日に申請した（イギリス特許, No. 10131）⁽¹³²⁾。フィルム送りは露出のとき止まり、次の露出までは迅速に動くように工夫され、シャッターはこれらの動きと連動するようになっていた。特許の名義人はFriese-GreeneとMortimer Evansになっている。Evansは機械技師でこれらのメカニズムの設計に協力していた。この撮影機は少し改造すればそのまま投映機となる。1889年10月にロンドン「Hyde Park」で撮った連続写真は、これを1890年7月Chester市で開催された写真学会で、「馬車や自転車の行き交う」風景としてスクリーンに投映して見せた。この時分Edisonはやっと「覗き眼鏡」試作品を作っている。Friese-Greeneの発明が基本的な物であることは、1910年11月アメリカ「連邦巡回裁判所」の判例から分かる。1908年12月Edisonは他の資本家と図って「Motion Picture Patents」社を作った。これで全アメリカの活動写真事業を独占しようとしたのである。この会社との特許係争で提出された証拠書類を審査した巡回裁判所は、Friese-Greene特許を活動写真装置における「master patent」と認定した。

Edison は多くの事業に失敗し、生涯にわたって莫大な借金に苦しんだが、それでも晩年に「発明王」という栄誉だけは獲得することができた。Friese-Greene の方も発明ばかりに熱中し本業の写真館を顧みなかったから、1891年に破産してしまった。それでも1892年には再起して活動写真、カラー写真、電気印刷の発明研究を続けた。1921年5月急死したが、死ぬまで貧乏に苦しめられた。

Edison 「キネトスコープ」完成 1891年当時の Edison 「覗き眼鏡」キネトスコープがどの程度の物かは、Mina 夫人がこの5月20日に「National Federation of Women's」クラブ委員147名を実験所に招いた記事から分かる。木箱の上につけたレンズをのぞくと、男が笑って帽子をとり挨拶をした。そして傍においてある蓄音機は歓迎の言葉を繰り返えししゃべった。1秒46駒で動いたもののフィルム幅は2分の1インチと小さく動作は数秒しか続かなかった。婦人たちが驚いた割には大した出来ではなかったのである。しかし Edison は例によって楽観的である。Dickson に次のように言った⁽¹³³⁾。

「基本原理さえ掴んだら、あとは時間と細部の問題なのだ。核心さえ掴んでおけば、細部はあとででもできるさ。」

Dickson には1893年のシカゴ万国博覧会に間に合わせるようにと督促した。秋からフィルム幅を大きくして、その両端に1駒4つのスプロケット孔を明けた。1891年11月3日付 Eastman 社への注文状には幅1インチ半(35mm)で長さ50フィートのセルロイドフィルム27本を送れとある。当時の Eastman 社はまだバッチ方式でフィルムを作っていて、その機の長さが50フィートだったのである。結局「キネトスコープ」はシカゴ万国博覧会に間に合わなかったが次の年の春には生産ベースに乗せることができた。Edison はこれを1894年3月 Muybridge に知らせた⁽¹³⁴⁾。

「キネトグラフ (kinetograph) と名前を付けました機械を25台作りました。これには小銭入り口 (a nickel and slot) が付いております。しかし、これに商業的価値があるかどうかは疑問です。引き合わないかも知れません。この種の運動ショー (zootropic device) は、あまり訴えるところがないので (too sentimental), 投資家が金を出してくれるかどうか分かりません。」

「キネトスコープ」は人間の胸の高さほどの木箱で、この上にあるコイン入れに 25 セントを入れると、電気ランプがともり電気モーターでフィルムが動いた。これを拡大鏡で見るのである。35mm フィルムは長さ 50 フィートのエンドレスフィルムで 1 駒の両端には 4 個ずつのスプロケット孔が明けてあった。スリット孔を明けた回転円盤をシャッターに使い、1 秒 48 駒の速度でフィルムを送ったから、動作は 15 秒ほどしか続かなかった⁽¹³⁵⁾。Edison は蓄音機と結合するアイデアを放棄している。ニューヨークでの開業は 1894 年 4 月 16 日 (月) からである。「Broadway」街 1155 番地の元の靴屋を改装した店には 11 台を揃えた。開店は月曜日と宣伝したのに、店の前には土曜日から人だかりがした⁽¹³⁶⁾。同じ「キネトスコープ」をシカゴ店にも 10 台を送っていた。どこでも大評判となって、9 月からはパリ、ロンドンでも営業を始めることになった。

これら「キネトスコープ」用のプリントは Edison 「West Orange」実験所の隅に建てられた撮影所で撮られた。これは 1893 年秋に建てられ、外側をタールで黒く塗り内部も黒く塗ったから、実験所の連中は「Black Maria」とアダ名した。女囚人護送用の馬車である。Edison 自身が拳闘好きで、一般大衆も当時それを好んだので「A Knock Out Fight」などと名を付けたプリントをここで撮影した。あとで西部ショウの Buffalo Bill や Annie Oakley が出演し、ニューヨーク「The Gayety Girls」の踊り子までが踊った。出演料を払わない代わりに夜には豪華な晩食が出て、この日の実験所は嬌声で充たされた⁽¹³⁷⁾。もう「ショービジネス」である。それで興行師 Norman F. Raff や Frank Gammon が出資して「Kinetoscope」社をつくり全米にチェーン店を拡げた。

Lumière 兄弟「Cinématographe」 Antoine Lumière (1840-1911) はリヨン市で 1880 年から乾板を生産し始め成功していた。Edison 「キネトスコープ」の成功を知るとすぐに 6000 フランでこれを購入して、1894 年春から息子の Auguste (1862-1954), Louis (1864-1948) 兄弟に研究させた。Antoine は始めからこれを「覗き眼鏡」でなくスクリーン上に投射することを考えている。兄弟はこの年のクリスマスには投映用「シネマトグラフ」試作品を完成させた。しかし特許をとるのは次の年、1895 年 2 月 13 日となり、一般公開はその年の暮 12 月 28 日となった⁽¹³⁸⁾。パリ

「Capucines」街14番地、オペラ座近くの「Grand Café」1階が会場で列車が走るところなどを上映した。彼等のフィルムはEdisonと同じ35mm幅、長さ50フィートでスプロケット孔は1駒の両側に1つつ明けた。ハンドルを手で回わすとフィルムが1秒15駒で送られ、停止時間と移動時間の比が2対1にしてあった。兄弟の上映は大評判となり、定員120名の会場で1日に2500人がこれを見たという。兄弟はこの「シネマトグラフ」を改良して、ヨーロッパだけでなくアメリカにまで輸出するようになった。同じころドイツでもMax Skladanowskyが投映機を作り、1895年11月1日にドイツ特許(No. 88599)をとっている。公開は同じ11月ベルリンであり、1865年正月にはパリで興行しようと企てたが謝絶された。Lumière兄弟の上演の方がはるかに優れていたからである⁽¹³⁹⁾。

Jenkins 「Vitascope」 1895年にはEdisonも一人だけが覗く「覗き眼鏡」方式の限界を悟ったことであろう。しかし彼には自分の発明に対する自信が強すぎて、目先きの効かないところがある。しかしRaffやGammonは興行師だけあって劇場のスクリーンに上映する「映画」の大きな可能性を嗅ぎとっている。だがEdisonはすぐには動けない。「キネトスコープ」開発の責任者だったDicksonが1895年春に辞めていたからである。

そこへRaffがいい話を持ってきた。発明家Charles F. Jenkins (1867-1934)が発明した投映機「ヴィタスコープ」(vitascope)特許を購おうというのである。

Jenkinsはすでに1887年から研究を始めていて、1893年には投映機「phantoscope」を完成していた。これを聞いたThomas Armatが研究に参加して、1895年9月にその改良型「ヴィタスコープ」をアトランタ市「木綿展覧会」やフィラデルフィア市「Franklin Institute」で上映して見せた。「ヴィタスコープ」(アメリカ特許, No. 673992)は大変に巧妙な装置で、フィルムの停止-移動動作は「マルタ十字歯車」(Maltese cross)で間欠的に行われ、これと連動同期してシャッターが動くようになっていた⁽¹⁴⁰⁾。しかも移動速度を大きくしたから、スクリーン上の動作にギクシャクしたところがなくなった。Jenkinsは技術家気質でArmatと気が合わず、やがて特許をArmatに売って手を引いた。Raffはこの特許をEdison

に購わせようと言うのである。Raff は Armat に圧力をかける⁽¹⁴⁾。

「もっとも短時間に、もっとも大儲けをしようと思えば、この新しい装置に Edison 氏の偉大な名前を付けなければなりません。Edison 氏はこの機械の発明者のふりをするつもりは全くありません。だが彼の名前と工場を使わせてもらえるように交渉できると思います。」

これは嘘である。自尊心の強い Edison は他人の特許を購ったと公表されたくはない。1896年4月23日ニューヨーク「Koster-Bials」ホールで公開したとき、Armat が機械を操作して、Edison は客席に座っていた。そして人びとは「Edison 氏最新の驚異—ヴィタスコープ」の上演に拍手を送った。

おわりに—だれが「活動写真の父」なのか

この点に関しては古くから議論の絶えないところである。しかし「基本的」で「独創的」という点から見ると、次のように判断を下すのがもっとも妥当ではないかと考えられる。

1. Muybridge (1885年5月) 多カメラ方式で始めて運動の連続写真を撮り、これを活動写真としてスクリーン上に投映してみせた。
2. Friese-Greene (1890年7月) 現在の方式に近い撮影機を考案し、スプロケット孔を備えたセルロイドフィルムを使用して連続写真を撮り、これをスクリーン上に投映してみせた。Marey (1892年5月) の業績もこれに近いが、時間的に遅れをとっている。

この「写真史シリーズ」論考を書くにあたって、いつものように富士フィルム株式会社 足柄研究所 安達慶一および武田薬品工業株式会社 創薬第3研究所 青野哲也の両氏に大変お世話になった。文献の収集では大阪大学附属図書館 参考掛 南谷照子、西 知子、東田葉子、中京大学附属図書館 清水守男、田中良明の諸氏から多大の援助を賜った。この機会に、これらの皆様に厚く感謝の意を表する次第である。

付録1. E. Muybridge「動物の運動」(Animals in Motion) (1889)

「はしがき」(Preface) (翻訳)

1872年春に私がアメリカ合衆国政府の太平洋沿岸写真測量の指揮を取っていたとき、サンフランシスコ市で動物の歩走行 (animal locomotion) についての論争がまた持ち上がりました。思うにこれはプラトンによると、古代エジプト人も熱心に議論したと言いますし、おそらく元を辿れば太古の芸術家が、マンモスが森林をのし歩くところとか、カモシカが平原で草を食べているところを描いた最初の刻画を、自分のスタジオで口うるさい友人たちに見せた時にその起源を持つのかも知れません。

議論はこの現代版なのですが、ここでの論争の中心は馬が速歩 (trotting) のとき—最高速度のときでも—一駆け (1 ストライド, 1 stride) のどこかの段階で4本の脚全部が、同時に地面を離れることがあろうかと言う点でした。私はこの論争に注目して、すぐにもこれに決着を付けようと決心しました。私が当面した問題は、1秒間に30ヤード (中崎注: 27.5m) もの速度で動く馬の脚を⁽¹⁴²⁾、ごく短い露出時間内にコロジオン湿板の上には、満足できるシャープでコントラストの良い映像として、どうしたら写せるかという難問でした。現在では、この目的には迅速な乾板がありますから直ぐにもできますが、当時はまだこれがありませんでした。当時ほとんどの写真家は自身で薬屋でもありました。自分で自分の硝酸銀浴とコロジオン液を調製し、自分でコロジオン湿板を塗り、自分で現像いたしました。その上に必要な薬品まで自分で作ることもよくありました。これらは全て厄介で面倒な数多くの操作を必要としたのですが、幸いにも今の人はいずれに無縁となりました。

特殊な露出装置を考案し、またふだん手慣れた早撮り仕事の材料をずっと丁寧に調製してから、1872年5月カリフォルニア州サクラメント (Sacramento) 競馬場で仕事を始め、数日の間に有名な名馬オックシデント (Occident) がカメラの前を1マイル (中崎注: 1.6km) 2分25秒から2分18秒の速度で速歩 (trott) で横切っていくのを数枚の陰画に撮りました。この実験の結果の写真は騎手のシルエットが確認できるほどシャープで、その中の数枚は馬が同時に全ての脚を完全に地上から離しているのを示しておりました。これで当面の問題に関する限り、目的は達成されま

した。空中に浮くときがあるのだと主張した人の側に、はっきりと軍配が上がったのです。この時の写真一枚一枚は速歩の少しづつ違った位相 (phases) を写しておりました。この中の数枚を選び、これを並べて速歩の全連続運動を表現しようと試みましたが、時間間隔が揃っていませんでしたので、満足な結果は得られませんでした。このとき思い付いたのです。適当な時間間隔、または距離間隔で迅速な連続写真を撮ったら、動物の運動に関する現在の多くの説や論争全般について明確な結論が下せるではないか。

Leland Stanford 氏は数多くのサラブレッドや第1級の競走馬を所有しておりました。この人に私の計画を打ち明けたところ、彼の牧場 (ペロアルト, Palo Alto, 現在のスタンフォード大学キャンパス) で実験を続けるようにという協力を得ました。当時、私はときには数カ月も町を離れなければならない探検などの公務があって、この仕事ばかりに時間が割けませんでした。しかし、やがて私は任意に変えられる一定の時間間隔で、自動的に連続露出をする装置を開発いたしました。この初期の実験に使用した装置は電気回路を切ったり入れたりできる回転時計 (motor-clock) で、その短い報告は「イギリス王立研究所紀要」1882年3月13日号にあります。これについては、ほかの装置とともに、あとで詳しく説明いたします。

実験は時間の許す限り断続的に続けましたが、これらはどちらかと言えば私的で個人的なものでありまして、1878年までは何も報告しませんでした。この1878年に私はワシントン国会図書館にこの何枚かの写真を提出いたしました。これは馬が歩き (walking), 速歩し (trotting), ギャロップ (galloping) などしている時の全ストライドの等間隔連続写真でした。また、これらは「馬の運動」(The Horse in Motion) なる題で出版されました。これらの写真のある物は世界中に散らばり、ある物は転載され解説されました。「Scientific American」(ニューヨーク) 1878年10月19日、「La Nature」(パリ) 1878年12月14日、「Berline Fremdenblatt」(ベルリン) 1879年4月26日、「Wiener Landwirthschaftliche Zeitung」(ウィーン) 1879年4月26日、「The Field」(ロンドン) 1879年6月28日、その他の新聞、雑誌など多数。

このころ使ったカメラは2レンズ付きのもので立体写真が撮れました。

私はこれらの立体写真からスライド全体を再構成できる数個の位相を選び、この左右半分を別べつに「だまし円筒」(zoetrope, ゾエトロープ)なる科学玩具に貼り付けました。これは「生命の車輪」(wheel of life)とも呼ばれ、ベルギー人 Plateau の考案になる物です。この2つのゾエトロープを連動させて、同じ速度で回転させ、立体写真の左右像を同時に見るようにします。これには Wheatstone 反射立体鏡のアイデアを利用して、鏡で見るようにいたしました。装置の円筒 (cylinders) に開けた孔から断続的に次つぎとに見える左右像は、馬が速歩したりギャロップしたりする姿を小さな浮き彫りとして十分に再現いたしました。

私はこれをさらに進めて、ガラス円盤の上に運動の等間隔位相写真を、数多く順序正しく並べました。その各シリーズはある運動動作の全体であったり、その繰り返しでしたが中にはそれらの組合せもありました。

たとえば、だく足 (cantering) で走っている馬の上での宙がえりとか、馬が数回ギャロップをしてから、ハードルを越え、また走ってまた跳ぶとか、ギャロップする馬の群れなどです。これらのガラス円盤の中心にシャフトを通して、これを幻灯投映機のレンズの前で回転させました。そして、これとスレスレ平行にもう1枚の円盤を、同じ軸の回りに反対方向に連動させて回転させました。この第2の円盤は金属板で、これには外周の近くに放射線状に細長い孔が切ってあります。この数はガラス円盤上の写真と同じ数であったり、1つ2つ多かったり少なかったりと、一定の関係を持たせてありました。これによって位相の順番、進行方向、速度を変えたりできます。ガラス円盤が大きいので、動物の運動のあるサークルだけがレンズの前にきます。

さて金属円盤に開けた狭い開口から、近くで反対方向に回るガラス円盤を見ることになるので、投影像は縦長に見えます。それで多くの実験の結果、ガラス円盤上の写真を修正して次のようにいたしました。まず陽画フィルム (flexible positive) を円錐状に内側に曲げて、複写カメラのレンズの前に、動物が適当に横長になるよう傾けておきます。このとき地面の直線をガラス円盤の外周曲率に合わせます。動物の脚はつねにガラス円盤の外周に向かっていきます。こうして、運動の一つ一つの位相に対応する陰画を撮ります。ある主題の陰画全てを大きなガラス板の上に、円形に順序に

合わせて等間隔に貼り付けます。別の主題を付け加えたいなら、その位相写真も同じように加えます。それから、これを一度にガラス陽画に焼き付けます。このガラス陽画は円形に切り、中心に装置の回転シャフトを通すための孔を開けます。

たとえば、あるガラス円盤では 17, 18, 19, 20, 21 位相の運動を 8 から 10 種類まで数組を構図よく並べましたから、全体で 200 枚もの動物の姿があるわけです。これらが、次つぎとスクリーン上に実物大の大きさに現れて、いろんな方向に、いろんな速度で、速歩、だく足、ギャロップをします。また人間は移動しなくても、お辞儀をしたり、手を振ったりします。この運動は観衆が飽きるまで、いつまでも繰り返せます。もっとも、この円盤の制作にあたっては、長い時間と細心の注意が要求されました。どの写真陰画もガラス陽画に焼き付けるまでに、3回は撮り直しております。たいていのガラス円盤では不透明塗料で輪郭を塗りつぶした方が良いでしょう。これは現像だけでは、スクリーン上に美しくまたコントラスト良く投影されないからです。しかしこの「修正」(retouching)にあたっては、写真的輪郭 (photographic outline) だけには手を付けないように注意いたしました。

私はこの装置を「ゾエプラキシスコープ」(zoöpraxiscope) (動物活動鏡) と名付けました。これは、そのままの動物 (from life) を組織的に分解写真に撮り、その運動を合成してみせるために作られ、使用された最初の装置です。これはまた、その効果から考えて、現在いろんな名前で同じ目的のために使われている、全ての装置の原型に当たるものであります。

1881年12月「Gentleman's Magazine」に載った「ギャロップする馬の写真」(Photographs of a Galloping Horse) なる文章は天文学者 Proctor の手になるものですが、この中で彼は約 2 年前にこのゾエプラキシスコープの実演を見たと言っております。これは私がサンフランシスコ「芸術協会」(San Francisco Art Association) で「動物の運動」(Animal Movements) なる題で行った講演のことです。ヨーロッパでゾエプラキシスコープの実演を最初にしたのは E. J. Marey 博士の実験室で、このときはパリ「電気会議」(Electrical Congress) に出席した世界各国から多くの学者が同席いたしました。この詳細はパリ「Le Globe」1881年9月27

日号に出ています。また同じ装置はイギリス「王立研究所」での講演にも使いました。この時は皇太子殿下 (Prince of Wales) が司会をして下さいました。このとき合成映写の与えた本物そっくりの効果については、G. A. Sala の書いた長い論説があります。これは「Illustrated London News」1882年3月18日号に出ています。

ついでですが、私はこの装置の改良について、1888年2月27日に Thomas A. Edison 氏と相談いたしました。それは、この装置を蓄音機 (phonograph) と組み合わせて、見える動作と一緒に言葉も観衆に聞かせるようにできないかと言う相談でした。しかし、当時はまだ蓄音機が大勢の人に聞かせられる段階ではありませんでしたから、この計画はそのままになりました。

この会見から5年あと、また私のゾエプラキシスコープがヨーロッパ、アメリカの科学、芸術学会で実演されてから12年も後で、同じ目的のためにその最初の改良型である「キネトスコープ」(kinetoscope) なる機械が、この優れた発明家 (中崎注: Edison) の手によって考案されました。この改良はセルロイドリボン (celluloid ribbon) が発明されてはじめて可能となりました。これを使うことにより、ガラス板上よりはるかに多くの連続位相写真の陰画が撮れます。また陽画を合成投影するときも同じです。ガラス円盤を大きくし、この上にいくら多く並べても、これにはかないません。私のゾエプラキシスコープの改良に多くの人が優先権を争いましたが、1枚のレンズで1枚の感光材の上に最初に連続動作を撮影したのは Marey 氏です。これは1882年のことです。また Edison 氏は (大きなガラス板の上に並べる代わりに) 幻灯映写の目的に、これらの写真を撮ったりリボンを利用いたしました。これには多くの忍耐を要しましたが1893年に完成されたのです。

いま私が書いている段階では、この装置と蓄音機の結合はまだ満足にできておりませんが、そう遠くない将来には可能になるに違いありません。このとき、この機械はゾエプラキシスコープと蓄音機の原理を組み合わせ、ただ眼に見える動作と耳に聞こえる言葉を同時に再現するだけでなく、オペラ全体 (entire opera) を記録し再生するのです。それは出演者のジェスチャー、表情、歌声、伴奏の音楽すべてを、出演者が死んだあとも、

教育と娯楽のために保存できるのです。もし写真を立体写真で撮ったら、左右像を同時にスクリーンに投影して、これを適当な眼鏡でみると、もとの演技が完全に真に迫って「浮き彫り」(round)で再生されるでしょう。

ペロアルトでの研究は1880年1月日食の経過を撮った以外、1879年で終了しました。その結果は約200枚の写真を掲載した本の出版となって実を結びました。この大部分は人間、馬、その他の動物のいろんな運動の12から24までの連続位相の写真です。また鳥の飛翔、ギャロップする馬の群れのほかに、5つの視点から撮った同期写真もありました。この中のある物は数年後に複写され、もと同じタイトルで再出版されましたが、私の名前はこのタイトルページに書かれてはおりません。

以上の予備実験は馬のいろんな歩走行についての秘密を残りなく明らかにいたしました。まだ不完全だと思われました。それはコロジオン湿板に伴う困難の結果、素早い筋肉の基本的運動の詳細を捕まえるのが不可能だったからです。それでも、その結果は芸術界、科学界に大いに注目されましたので、私はそのころ新しく発明されたばかりの乾板法を使用して、もっと組織的で広範な研究を続けたら、芸術家、科学者のみならず一般の人びとに対しても貴重な情報を提供できるのではないかと確信いたしました。しかし、この研究計画とそれに見合う形での成果の印刷費用の見積は大変な額になりましたので、出版者に当たってみましたところ、みんな辞退いたしました。おそらく当然のことですが、とても金儲けになりそうもない事業に参入するのをためらったのでしょう。

こんな状況のときに、学長 William Pepper 博士の主唱のもとにペンシルベニア大学が、人類の知識向上に寄与するという輝かしい使命に燃えて、私を援助して動物の運動を文字どおり新しくかつ広範に研究させるようにしてくれました。そして大学の理事、学友が委員会を組織して、この事業の遂行を助けてくれました。これらの人びとは次のとおりです。William Pepper 博士, Charles C. Harrison, Edward H. Coates, Samuel Dickson, J. B. Lippincott, Thomas Hockley。これらの人びとがこの研究に示されたご好意に深く感謝いたします。この人たちの寛大なご援助がなかったら、とてもこの研究は完成を見なかったことでしょう。

また研究に貴重なご援助を下された方がたは次のとおりです。ペンシル

ベニア大学 F. X. Dercum 博士, Geo. F. Barker, Horace H. Furness, Horace Jayne, S. Weir Mitchell。動物園園長 Craige Lippincott, Arthur E. Brown。また私の 2 人の主任助手 Lino F. Rondinella, Henry Bell はそれぞれ電気係, 現像係の責任者として働いてくれました。

戸外の撮影は 1884 年春に始まり, 1885 年秋に終了いたしました。この間, 印刷用に 10 万枚以上の乾板が使用され, その結果が「Animal Locomotion」という題で 1887 年に出版されました。この中には男性, 女性, 小児, 獣類, 鳥の運動写真が 20,000 枚もあり, これらが 781 枚の写真印刷として 11 冊のフォリオ版 (中崎注: 13×19 インチ) に製本されました。この印刷, 製本には, その準備の金額を別にしても, 大変に費用がかかりましたので, 全冊をまとめて購入したのは比較的少数に限られたのは止むを得ませんでした。

Kingston-on-Thames

E. M.

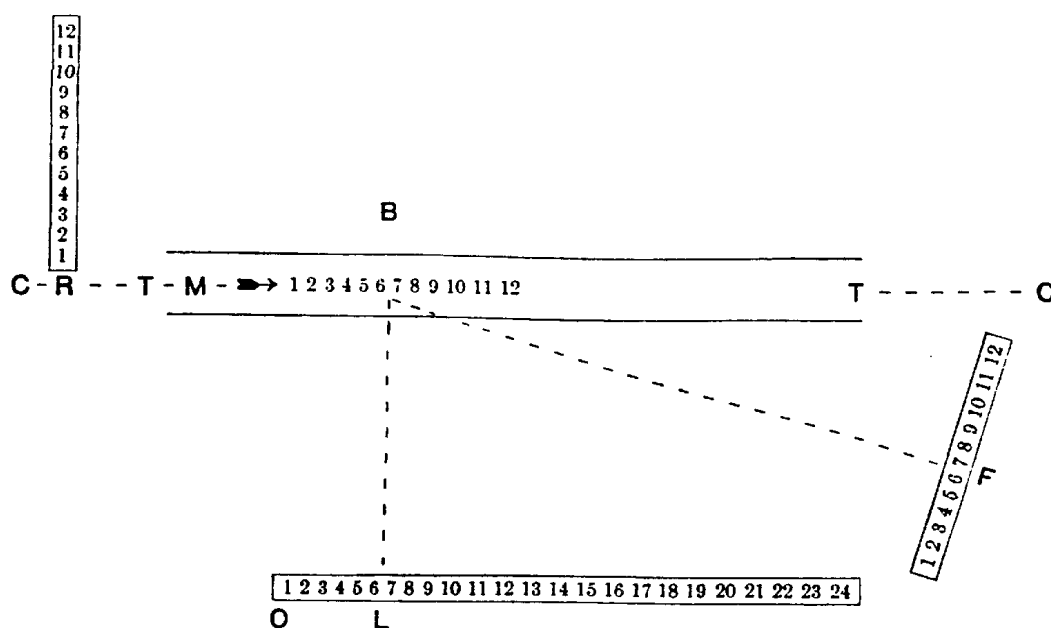
1898 年 12 月

付録 2. E.Muybridge 「動物の運動」(Animals in Motion)

Dover 版 (1957) 「撮影法説明」(翻訳)

(中崎注: 短い「歴史的展望」の部分は省略する)

私が「動物の歩走行」(Animal Locomotion) という困難な問題を解決する手段として採用したのは写真術であった。この仕事のそもそもの始ま



りについては「はしがき」の中に述べておいた。これらの結果を説明する前に、これを得るに当たって採用したシステムを理解してもらわねばならない。ただペロアルトでの研究とペンシルベニア大学での研究とは、ほとんど同じように行われたので、ここでは後者の撮影場装置の一般的説明に限ることとする。

スタジオ, 装置とその操作法

- (B) 横長背景 (lateral background)。長さ 37m の屋根付き小屋で前面が開いている。垂直, 水平の紐で 5cm 方眼に仕切り, 50cm のところは太い紐となっている。
- (C) 37m 離れた両端 c 点と c 点にはそれぞれ固定背景 (fixed background) (中崎注: 横向き) がある。これには 5cm ごとに垂直紐があり, 50cm ごとに太い垂直紐がある。実験によっては別に可動背景 (portable background) も使った。これは横幅 3m, 高さ 4m で, これを白布や黒布で覆った。これには横長背景と同じように方眼線を入れた。この可動背景は鳥や馬のときに使用したが, 野獣のときにも使用した。
- (L) 24 個自動電気カメラ横列 (lateral battery) で進行方向と平行においた。ふつうは被写体からの距離が 15m である。遅い運動は口径 3 インチ, 焦点距離 15 インチのレンズで撮った。レンズの間隔は 6 インチである。早い運動は可動カメラ列 (portable battery) で撮った。このレンズの口径は小さい。レンズ 6, 7 の中央がトラック (T) の中央に面する。横撮影と近づき撮影 (foreshortening) の両方を一緒に撮るときは, カメラ 1 から 12 だけを使った。そして横撮影だけのときは, カメラ 13 から 24 を使った。
- (R) 12 個の可動自動電気カメラ列。レンズ口径 11 インチ (中崎注: 1 1/4 インチの誤りであろう), 焦点距離 5 インチ, レンズ間隔 3 インチである。これを垂直に使うときには, レンズ 6 が横列カメラの高さになるようにおいた。図版は背面遠ざかり撮影 (rear foreshortening) に使用しているところで, 横列カメラ撮影と直交する方角から撮っている。
- (F) (R) にあるのも同じ 12 個自動電気カメラ。正面近づき撮影 (front

foreshortening) 用に水平においてある。視線は横列カメラ撮影と 60° の角度となしている。

- (O) 撮影者の位置。ここには電池, 露出間隔記録用のクロノグラフ (chronograph), 露出制御用モーター, その他の装置がある。
- (T) 24 個自動電気カメラ横列に平行するトラック。床は皺ゴム製。
- (M) 第 1 点に近づきつつある対象物。この第 1 点からふつうの写真図版が始まる。

全体または部分の運動を記録するに必要な時間を決めてから, 露出間隔に合わせて装置の電気回路を設定し, モーターをセットする。前進運動 (progressive motion) のときは, 対象物がトラック上の第 1 点にきたところで, 撮影者はボタンを押す。すると回路が閉じて, いままで止まっていた装置が動き出す。3 つのカメラ列は連動してあって, これらの中の 3 つの第 1 カメラのシャッターが切られて, 写真乾板が露光される。次に設定した時間がくると, 回路が閉じて 3 つの第 2 カメラのシャッターが切られて露出され, この操作が 3 つのカメラ列で最後まで繰り返される。いまトラック上の数字 1 から 12 までが対象物の運動する距離とする。撮影者が装置のタイミングを判断良く設定し, またボタンを押すタイミングがよいと, 対象物がトラック上の第 1 点を通過した時点で同時に 3 つの第 1 カメラのシャッターが切られ, 次に第 2 点を通過したところで 3 つの第 2 カメラのシャッターが同時に切られる。この同期露出が第 12 点まで繰り返される。ただし, このように完全にタイミングと距離, 速度が同期することは希である。

進行写真の配列 (省略)

運動とタイミング

できる限り各図版には露出間隔を記入することにした。これは 1000 分の 1 秒単位であり, 1 秒に 100 回振動する音叉 (おんさ) の振動とともにクロノグラフの上に記録されたものである。

つぎに電気回路の配置を説明する。

回路コントロール (circuit-maker) の動力はドラムに巻いたり重り付きコードによって供給される。この落下速度はこれに付けた風車 (fan-wheel) である程度調節できる。回転時計 (motor-clock) の外側には硬ゴ

ム製のリングが付いていて、この上に24個の白金コンタクトが絶縁して詰め込んである。この白金コンタクトは絶縁コードによって、それぞれのカメラ接点と結ばれている。歯車で回転するようになっている回転シャフトが、このゴム製リングの中央を通るようになっている。シャフトには緩いスリーブが嵌めてあり、このスリーブに丈夫な金属棒が付いている。この金属棒の端の金属ブラシがゴム製リングの周りを回って、次つぎに各接点と接触する。この金属ブラシは電池の1極と連結され、他の1極は別べつのコードで電気シャッターのマグネットと結ばれている。

動物やモデルがある運動を完結するに要する時間が予備実験によって決められると、重りと風車を調節して、この時間内に金属ブラシがゴム製リングの周りを1回りするようにする。レバーを押すと例のスリーブがスプリングで押されて、回転シャフトに嵌まる。こうして金属ブラシがゴム製リングの周りをまわり、回路が閉じて、設定した時間間隔で次つぎと露出ができることになる。

露出の時間間隔は100分の1秒から数秒の間であった。この時間間隔はクロノグラフに記録される。これは生理学実験に使うよく知られた装置で、回転ドラムの上に煤付き紙が巻いてある。第1の針はこの上に音叉の振動を記録し、第2の針は電気コンタクトによる各露出の始めを記録するようにしてある。こうして、ある露出の間隔はこの振動の数から読める。音叉の振動数は1秒に100回である。しかし、もっと細かく正確にするために、これを10分の1に分けて、露出間隔を1000分の1秒まで計れるようにできる。

ペンシルベニア大学での、もっとも短い露出は6000分の1秒であったが、この露出でも背景の白黒の線は明瞭に写った。ただし、この種の仕事にこんなに短い露出はほとんど必要ではない。ある馬が全速力でギャロップすると、1秒間に19ヤードを走る。すなわち1マイル100秒そこそこである。このとき脚の動きは瞬間速度で1秒間40ヤード以上ということになる。すると馬の胴体は1000分の1秒間に10分の7インチ動き、脚はおそらく1.5インチ動くことになる。これだと、そう大した事でもない。6000分の1秒が、これまでの最も速い露出であるが、これが写真乾板の機械的露出の限界ではない。また100分の1秒が露出間隔の限界でもな

い。Marey は彼の生理学実験で最近これよりずっと短い時間間隔で連続撮影をしている。また私も昆虫の翅の20連続振動位相を撮る装置を完成し、いつか試そうと考えている。「Nicholson's Journal」誌の Pettigrew を信用すると、ふつうの家蠅は翔んでいるときその翅を1秒間に700回振動させているというが、これはかなり大きく見積った数字であろう。ついでであるが、Marey は運動解析の手段として1882年「クロノグラフ法」を止めて、もっと効果的な写真法に切り替えている。

ペロアルト (Palo Alto) での実験ではトラックに張った糸で写真を撮ったこともある。この糸を次つぎと押すことによって、電気回路が閉じて写真露出をする。動物の進行にしたがって糸は切れる。また馬に付けた車輪を利用したこともある。これがワイヤーを踏むと回路が閉じ、露出が完了する。ただし小動物や鳥など不規則な進行のときには、回転時計を使わねばならなかった。

文 献 と 注

- (1) *Phot. News*, 1860年5月11日, p. 13.
- (2) 中崎昌雄「George Eastman とロールフィルム写真術—イーストマン・コダック社創設」中京大学「教養論叢」第34巻, 第1号(通巻102号)(以下に中崎「イーストマン」と略す) 145 (1993)
- (3) 中崎昌雄「立体鏡の発明と写真術—Wheatstone 対 Brewster 論争」中京大学「教養論叢」第34巻, 第2号(通巻103号)(以下に中崎「立体鏡」と略す) 145 (1993)
- (4) *Phot. News*, 1860年5月18日, p. 33. ここでは「phenakisterscope」となっている。
- (5) 「活動写真」発達史で簡潔な物は次にある。R. W. Jenkins, *Images & Enterprise* (以下に Jenkins 「アメリカ写真工業史」と略す) John Hopkins Univ. Press, Baltimore, 1975, p. 253: R. Conot, *Thomas A. Edison* (以下に Conot 「エジソン」と略す) Da Capo Press Inc., New York, 1986, p. 320.
- (6) *Dictionary of National Biography* (以下に「DNB」と略す) 15, 206.
- (7) イギリス写真史家 Gill は「Dr. Paris of Penzance」と、あたかも Davy と同国人のように書いているが、Paris は4年間 Penzance で開業してただけである。A. T. Gill, *The First Movie?* (以下に Gill 「ムービー」と略す) *Phot. J.*, 109, 26 (1969). *Oxford English Dictionary* (第2版)(以下に「OED」と略す) 17, 874 には次の Paris の著書がその出典に挙げてある。これは玩具やスポーツで自然現象を平易に説明した啓蒙書である。J. A. Paris, *Philosophy in*

- sport made science in earnest*, Longman, Rees, Orme, Brown & Green, London, 1827.
- (8) この図は次にある。G. Potonniée, *Histoire de la découverte de la photographie* (以下に Potonniée「仏文写真史」と略す) Paris, 1925, p. 293, 図版 86.
- (9) 「DNB」**17**, 149.
- (10) H. J. P. Arnold, *Henry Fox Talbot* (以下に Arnold「トールボット」と略す) Hutchinson Benham, London, 1977, p. 80.
- (11) *Phil. Trans.*, 1825年8月, p. 131.
- (12) Helmut & Alison Gernsheim, *The History of Photography* (以下に Gernsheim「History」と略す) Thames & Hudson, London, 1969, p. 437.
- (13) 「OED」**11**, 670.
- (14) 「DNB」**20**, 1346; *Dictionary of Scientific Biography* (以下に「DSB」と略す)**14**, 289.
- (15) *J. of Science* (New Ser.) **1**, 344 (1827). この独訳は次にある。Poggendorff, *Ann. Phys. Chem.* (以下に Poggendorff「Ann.」と略す)**10**, 470 (1827)
- (16) *Phil. Mag.*, (Ser. 3) **4**, 112 (1834)
- (17) J. M. Eder, *Geschichte der Photographie* (以下に Eder「Geschichte」と略す) W. Knapp, Halle, 1932, p. 686.
- (18) この学位論文は入手しにくいだが、そのドイツ語抄訳は次にある。ただし肝心の「だまし運動鏡」の部分は省略されている。Poggendorff「Ann.」**20**, 304 (1830)
- (19) 「DSB」**11**, 236.
- (20) *Correspondance mathématique et physique de l'Observatoire de Bruxelles*, **4**, 393 (1828)
- (21) Gernsheim「History」p. 575, 注13; J. Herschel, *Traité de la Lumière*, Paris, 1833, Vol. 2, p. 489; J. Plateau, *Sur la persistance des impressions de la rétine*.
- (22) *Quart. J. Science*, **1**, 205 (1831). この報文は彼の「物理化学論文集」にも集録されている。Faraday's *Researches in Physics and Chemistry*, Taylor & Francis, London, 1859, p. 291.
- (23) *Ann. Chim. Phys.*, **48**, 281 (1831)
- (24) 「だまし円盤」は、ろんな綴字で書かれている。Plateau「phénakisticope」; 「OED」**11**, 670「phenakistoscope also phenakistiscope」; Larousse, *Grand Dictionnaire Encyclopédique* (1984) (以下に「Larousse」と略す)**11**, 8051「phénakistiscope ou phénakisticope」; Gernsheim「History」pp. 434, 435, 437「phenakistiscope」; Eder「Geschichte」pp. 536, 941「Phenakistoskop」. Gill「ムービー」では「phenakistiscope」を誤りとして、「phenakistoscope」としている。文献4, Roseの報告では「phenakisterscope」となっている。また文献25は表題に「Phänakistikop」とあって、本文には「Pha-

- enakistakop」とある。これらの中には植字の誤りがあるのかも知れない。
- (25) Poggendorff 「Ann.」 32, 636 (1834). なお Poggendorff の伝記は次を見よ。
「DSB」 11, 49.
- (26) Eder 「Geschichte」 p. 686. Stampf の資料は München 「ドイツ博物館」に所蔵されている。
- (27) Gernsheim 「History」 p. 437 には「von Stampf」となっている。Stampf は苦学をしたというし、同じウィーン人の Eder が「von」を付けていないところを見ると、付けないのが正しいのであろう。
- (28) Eder 「Geschichte」 p. 687. 「だまし円筒」のアイデアの方は次ぎに原文がある。
Poggendorff 「Ann.」 32, 648 (1834)
- (29) Poggendorff 「Ann.」 29, 186 (1833); 脚注, p. 189.
- (30) *Ann. Chim. Phys.*, 53, 304(1833)
- (31) Plateau の 24cm 「だまし円盤」試作品その他は Göttingen 大学図書館に所蔵されているそうである。Eder 「Geschichte」 p. 686.
- (32) Gernsheim 「History」 p. 437.
- (33) 中崎昌雄 「Talbot 『写真特許』とその問題点—1841, 1843, 1849, 1851 年特許」中京大学「教養論叢」第 29 巻, 第 4 号 (通巻 85 号) 977 (1989)
- (34) このとき車輪に貼り付けたのは、よく「Times」紙と書いてあるが証拠はない。
- (35) *Phil. Mag.*, (Ser. 3) 4, 36 (1834)
- (36) 「ゾーエトロープ」はまた「生命の車輪」(wheel of life) と呼ばれることがある。これは「だまし円盤」にも使われることがあって紛らわしい。
- (37) Potonniée 「仏文写真史」 p. 297, 図版 88.
- (38) Gill 「ムービー」 p. 26.
- (39) Gill 「ムービー」 p. 28; H. G. Wright, *Phot. J.*, 1865 年 10 月 16 日, p. 171.
- (40) Great Britain Patent Office, *Patents for Inventions, Abridgment of Specifications, Class 198, Photography, Period 1839 through 1900* (以下に「イギリス特許」と略す) Vol. 1, Arno Press Repr., New York, 1979, (1860–1866) p. 3.
- (41) Gernsheim 「History」 p. 256.
- (42) Gill 「ムービー」 p. 28.
- (43) 「イギリス特許」 Vol. 1 (1860–1866) p. 8.
- (44) 立体写真関係の物は次に収録されている。B. Newhall, *Photography: Essayes & Images* (以下に Newhall 「Essayes & Images」と略す) The Museum of Modern Art, 1982, p. 53.
- (45) Robert Taft, *Photography and the American Scene, A Social History 1839–1889* (以下に Taft 「アメリカ写真史」と略す) Dover Pub. Inc., 1964, p. 216.
- (46) Eder 「Geschichte」 p. 688.

- (47) Gernsheim 「History」 p. 438.
- (48) 挿絵は次にある。Eder 「Geschichte」 p. 692, 図版 214; *Phot. News*, 1882 年 11 月 10 日, p. 675.
- (49) Gernsheim 「History」 p. 438. W. B. Tegemeyer, ロンドン 「Field」紙 1879 年 6 月 28 日号。
- (50) 中崎昌雄 「J. ヤンセンの金星太陽通過連続写真」日本ハーシェル協会 「ニューズレター」 58, 59 号 (1993)
- (51) 「DSB」 7, 73.
- (52) 「DSB」 8, 440.
- (53) M. E. Weeks, *Discovery of the Elements* (以下に Weeks 「元素発見史」と略す) J. Chem. Ed. Press, 1968, p. 758, 図版.
- (54) Weeks 「元素発見史」第 18 章, p. 751.
- (55) Arthur Berry, *A Short History of Astronomy*, Dover Pub. Inc., New York, 1961, p. 255.
- (56) Gernsheim 「History」 p. 434; Eder 「Geschichte」 p. 705.
- (57) *Compt. rend.*, 80, 34 (1875)
- (58) 「写真の開祖—上野彦馬」産業能率短期大学出版部, 昭和 50 年 6 月, p. 264.
- (59) *Compt. rend.*, 79, 1395 (1874)
- (60) *Compt. rend.*, 80, 342 (1875)
- (61) Jenkins 「アメリカ写真工業史」 p. 262. 図版は次にある。Eder 「Geschichte」 p. 705. ただし, この図版では 17 個の太陽像が写っている。撮影の日付は 1874 年 12 月 8 日となっていて, この誤まりが Gernsheim 「History」などへ引き継がれたのであろう。
- (62) 「DSB」 9, 101.
- (63) Gernsheim 「History」 p. 435.
- (64) Eder 「Geschichte」 p. 695.
- (65) *Dictionary of American Biography* (以下に 「DAB」と略す) 9, 501.
- (66) George T. Clark, *Leland Stanford*, Stanford Univ., California, 1931.
- (67) E. Muybridge, *Descriptive Zoöpraxography*, Lakeside Press, Univ. Penn., 1893, p. 4.
- (68) 「DNB」増補 1912, p. 668.
- (69) 「DAB」 9, 501.
- (70) *National Cyclopedia of American Biography*, 19, 152.
- (71) Terry Ramsaye, *A Million and One Nights* (以下に Ramsay 「活動写真」と略す) Simon & Schuster, New York, 1926.
- (72) *The Human Figure in Motion* (以下に 「人間の運動」と略す) Dover Pub. Inc., New York, 1955.
- (73) Taft 「アメリカ写真史」 p. 405.

- (74) これら Muybridge の写真は次にある。Taft 「アメリカ写真史」(アラスカ, 1870) p. 417; (Modoc インディアン, 1873) p. 417; (ヨセミテ溪谷, 1869) p. 418。「世界写真全集」第10巻(以下に「19世紀写真」と略す)集英社, 1984年7月, p. 130. エアロン・シャーフ「写真の歴史」(以下に「写真の歴史」と略す) PARCO 出版局, 1979年1月(サンフランシスコ, 1870) p. 158; (インディアン, 1868) p. 159.
- (75) 中崎昌雄 「咸臨丸の福沢諭吉と写真屋の娘」 福沢諭吉年鑑, 第13巻, 180 (1986)
- (76) G. R. Fardon, *San Francisco in the 1850s*, Dover Pub. Inc., New York, New York 1977.
- (77) E. Muybridge, *Animals in Motion* (以下に「動物の運動」と略す) Dover Pub. Inc., New York, 1957.
- (78) Beaumont Newhall, *The History of Photography* (以下に Newhall 「History」と略す) Museum of Modern Art, New York, 1982, p. 119.
- (79) 原文 「an arrangement of double lenes, crossed, secured a negative」
- (80) Gernsheim 「History」 p. 435.
- (81) 文献 70, p. 153. 妻は「Flora Stone」, 息子は「Florido H. Muybridge」。ところが「DAB」では「he never married」としている。
- (82) この事実は Ramsaye 「活動写真」が発掘した (Taft 「アメリカ写真史」 p. 509, 注 430)。
- (83) Taft 「アメリカ写真史」 p. 504, 注 386; p. 509, 注 429.
- (84) サンフランシスコ 「Call」 紙 1880年5月5日号; Newhall 「Essays & Images」 p. 141.
- (85) Gernsheim 「History」 p. 436.
- (86) Taft 「アメリカ写真史」 p. 411.
- (87) 「ヘリオタイプ」(heliotype) はコロタイプ印刷を改良した写真印刷である。Gernsheim 「History」 p. 548.
- (88) 「写真の歴史」 p. 149.
- (89) Newhall 「History」 p. 120.
- (90) Newhall 「History」 p. 121.
- (91) Taft 「アメリカ写真史」 p. 509, 注 429.
- (92) 「写真の歴史」 p. 150.
- (93) フランス原本 「*Les Merveilles de la Photographie*」(パリ, 1874), 英訳 J. Thomson 「*A History and Handbook of Photography*」(ロンドン, 1878; Arno Press Repr., 1973) 初期写真史の記述に誤りが多い。
- (94) 「DAB」 3, 590.
- (95) 「人間の運動」 p. ix.
- (96) Taft 「アメリカ写真史」 p. 510, 注 435; 「人間の運動」 p. ix.

- (97) 「人間の運動」 p. viii; ただし、ここでは幻灯機が「stereoptecon」となっている。
- (98) Taft 「アメリカ写真史」 p. 408.
- (99) 「人間の運動」 p. viii.
- (100) 「動物の運動」 p. 57.
- (101) Taft 「アメリカ写真史」 p. 410, 注 434.
- (102) このとき説明した撮影装置の記述は次に出ている。 *Proc. Royal Institution*, 1882 年 3 月 13 日号.
- (103) 中崎昌雄 「コロジオン湿板からゼラチン乾板へー写真感光材の進化」 中京大学「教養論叢」第 33 巻, 第 1 号 (通巻 98 号) 39 (1992)
- (104) Newhall 「History」 p. 121.
- (105) Newhall 「History」 p. 123; 「19 世紀写真」 p. 168; 「世界写真全集」第 16 巻 (以下に「科学写真」と略す) 集英社, 1984 年 6 月, p. 52; Gernsheim 「History」 図版 250, 251.
- (106) この本や「人間の運動」「動物の運動」などの現存品, 書誌については次を見よ。「動物の運動」 p. 9.
- (107) Conot 「エジソン」 p. 321.
- (108) 「人間の運動」 p. xii.
- (109) Conot 「エジソン」 p. 320.
- (110) Eder 「Geschichte」 p. 700.
- (111) この建物の図は次にある。Taft 「アメリカ写真史」 p. 409.
- (112) この写真は有名で多くの本に載せられている。Gernsheim 「History」 図版 252; Eder 「Geschichte」 p. 718, 図版 235; Newhall 「History」 p. 125.
- (113) Eder 「Geschichte」 p. 717.
- (114) この構造と操作は次の図版からよく分かる。Eder 「Geschichte」 p. 719, 図版 236.
- (115) この写真鏡の大体の構造は次の挿絵から分かる。「写真の歴史」 p. 152; Gernsheim 「History」 図版 246.
- (116) 鳥の飛翔の連続写真は次にある。Eder 「Geschichte」 p. 708, 図版 225; Gernsheim 「History」 図版 247; Jenkins 「アメリカ写真工業史」 p. 264, 図版 12. 4.
- (117) 実験用トラックの図は次にある。Eder 「Geschichte」 p. 710, 図版 229; Gernsheim 「History」 図版 244.
- (118) Eder 「Geschichte」 p. 711, 図版 230, 231.
- (119) Eder 「Geschichte」 p. 712, 図版 233.
- (120) 「写真の歴史」 p. 152; 「科学写真」 図版 55.
- (121) Eder 「Geschichte」 p. 713, 図版 234.
- (122) *Compt. rend.*, 114, 989 (1892). この報告では主に毛細血管中の血球の運動な

どを連続撮影することが説明されている。

- (123) Marey「1830年3月5日-1904年5月15日」, Muybridge「1830年4月9日-1904年5月8日」2人の生涯はほとんど完全に重っている。
- (124) この原文は次にある。Eder「Geschichte」p. 726.
- (125) Eder「Geschichte」p. 715.
- (126) Conot「エジソン」p. 321.
- (127) Conot「エジソン」p. 322.
- (128) Dickson の1891年6月12日実験ノートの左側には活動写真フィルムが貼ってあり、右側には鉱石の分析結果が記入されている。Conot「エジソン」p. 325.
- (129) Jenkins「アメリカ写真工業史」p. 266, 図版12. 6.
- (130) Conot「エジソン」p. 323.
- (131) 「DNB」1912-1921, p. 224.
- (132) 「イギリス特許」Vol.2, 1889-1892, p. 22.
- (133) Conot「エジソン」p. 326.
- (134) Conot「エジソン」p. 328. Edison は「kinetoscope」と混同している。
- (135) この構造の大体は次の挿絵から分かる。Jenkins「アメリカ写真工業史」p. 268, 図版12. 7.
- (136) Conot「エジソン」p. 328.
- (137) Conot「エジソン」p. 329.
- (138) Eder「Geschichte」p. 725.
- (139) Eder「Geschichte」p. 729, 脚注.
- (140) Jenkins「アメリカ写真工業史」p. 274, 図版12. 15.
- (141) Conot「エジソン」p. 332.
- (142) 「写真の歴史」p. 147 では「30ヤード」のところに「フィートの誤りか」とある。「30ヤード」というのは前に蹴り出される「馬の脚の速度」であって「馬の胴体の速度」ではない。原文のままで正しいのである。