

# 「大西洋の発見」

横河電機  
松本栄寿

ヨーロッパとアメリカ大陸で電信網はそれぞれ独自に発展した。しかし、両大陸は大西洋にはばまれ、その間には船による情報の伝送しかなかった。それには2週間を要した。つまりスロー・パディントン間のような迅速な電報による情報の伝達は閉ざされていた。それがついに1866(慶応2)年、3000kmの大西洋を結んで海底電信が完成することになる。明治維新の一年前のことであった。完成にいたるまでは経済的にも、技術的にも筆舌につくせない苦難が待ち受けていた。完成は何をもたらしただろうか。アメリカが陸の情報孤島から脱出したことで、両大陸の株式市場が連動する経済効果が生まれた(図1)。

さらに、完成にいたる数度の失敗は、電気通信の理論を進歩させただけでなく、基本的な電気の標準の見直しと国際協体制を確立するのに役立った。その上、予想外のことだったが自然科学の分野への貢献が大きかった。それまで大西洋の海

底は何者も住まない無生物の世界と信じられていた。ところが沈んだ海底ケーブルを修理のために引き上げて見ると、そこに何かが付着していた。深年に生息する海洋生物である。

大西洋海底電信は、3000kmの遠隔地と電信のやり取りをする。海水の中にケーブルを通し途中に中継基地はなかったから、陸上で使われる普通の電信機ではダメで、電気計測器のミラーガルバノメータが受信器として使われた。つまり電気の基本インスツルメンツと、海底電信の重要なインスツルメンツは同じものであった。

## 大西洋横断海底ケーブル

1850年にドーバー海峡の海底ケーブルが敷設され、それが多額の利益を生み出すことが分かる。イギリスは世界中に海底ケーブルを張りめぐらそうとした。まず地中海、アラビア海へと計画

がすすみ、ついで大西洋の海底ケーブルが企画される。その中にボストン生まれの実業家、サイラス・フィールド(1819-1892)がいた。フィールドはニューヨークとニューファンドランド間の電信線を計画していた時、たまたま地球儀を眺めていて、それならばイギリスまで引くこともできると思いついたと言われる。それ以来13年間を大西洋海底横断電線に捧げることになる(図2)。

ところが、大西洋は非常に広さの中に中継の場所を持たないため、一本の電線を引き渡す方法が難しい問題だった。海の深さがまだ測定されておらず、海底の地質的構造についての知識がま



図1 ニューヨークの祝賀パレード1866(安政5)年。のち1866(慶応2)年にも行われた(スミソニアン・アメリカ歴史博物館展示)。

だ正確でなく、そんな深海の底に置かれた電線が、限りなく重なる水圧に耐えられるかどうかまったく確かめられていなかった。たとえそんな電線ができて、とてつもない長い電線を深海の底に敷くことが技術的には可能だとしても、3000kmもの長さの鉄に覆われた電線を積んで行けるほどの大きな船がどこにあるのか？ 一本の電線を通して、蒸気船で航海しても2、3週間かかる遠方まで無事に伝わる電信なんて言うものができるのか？ あるのはただ電気についての初歩的な知識だけだった。

その経過をたどって見よう。

1837年：クック・ホイットストーン、モールの電信発明

1851年11月13日：ドーバー海峡海底ケーブル成功

この間にサイラス・フィールドはアメリカとイギリスの政府の認可をとって、必要な35万ポンドの基金を集めるのに成功した。

1857年8月5日：第1回：アメリカの軍艦「ナイアガラ」4600トン、イギリスの旗艦「アガメムノン」3200トンが大洋の真中から分かれて半分ずつ敷設する計画。

両船とも特別に改造、出航はさながら大祭典のようであった。

300マイル敷設した8月11日の夕べ、電線が海中に沈み10万ポンドの株式資本と丸1年の時間はムダになった。

1858年6月10日：第2回：ハリケーンで200マイルのみ敷設。残りを失う。

1858年7月17日：第3回：出航には一隻のボートも、埠頭に集まる群衆もなかった。

同年8月5日：ナイアガラと、アガメムノンとも目的地到着。

同年8月16、17日：ピクトリア女王、ブキャナン大統領間の祝賀メッセージ交換。

同8月31日：ニューヨーク祝賀行列、サイラスは第2のコロンブスと讃えられた。

しかし明瞭な電信はしだいに来なくなって約1

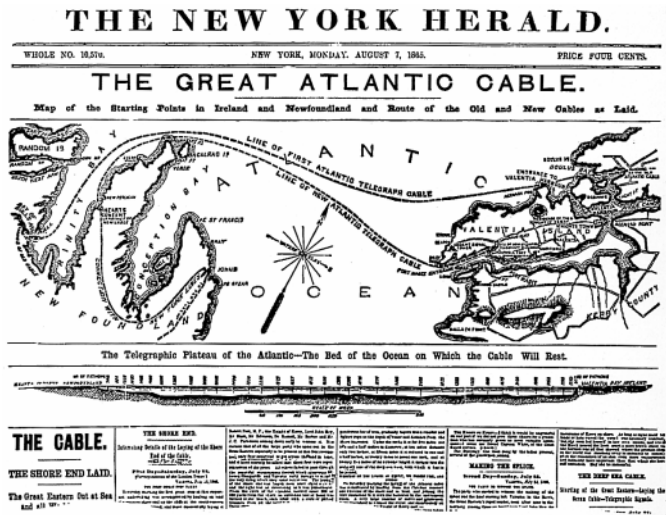


図2 大西洋海底ケーブルの経路

か月後に完全不通。

1859年：「海底電信ケーブルの最良の被覆と素材の調査」合同調査委員会が設置された。

1861年：「電気抵抗の標準化に関する会議」

1865年：7月23日第四回：新造船のグレートイースタン号がテムズ河を出帆、しかし電線を海底に落とす。

1866年7月13日：アメリカとイギリス間の海底電信ケーブルが本格完成。

また、1865年のケーブルを引き上げることができた。両大陸は二組の綱で結ばれた。

スコットランド・ヴァレンシア島とニューファンドランド間に開通した。

1869年：仏・米間のケーブルも完成。相互に料金と緊急取扱い協定ができて、事実1870年に英・米間のケーブルが故障した際に役だった。

実は1858年の海底ケーブルが難航したことから、シベリヤ、ベーリング海峡、カナダ経由のルートも1866年に計画された。実現はしなかったが、この時に行われた現地調査は、1867(明治元)年にアメリカがアラスカをロシアから買収する際に役だった。

最初の電信は

1857(安政4)年にはじめられた大西洋海底ケー

ブルの第一回目は失敗したが、翌年の第二回目にはいったんつながった。その時ホワイトハウス技師が選んだ受信器はエンボス式であった。これはトン・ツーの信号を記録紙に刻みをつける方式で、彼は電信信号が記録に残る方式を好んだと思われる。しかし、あまりに弱い信号なので判別できない。やむなく当時ようやく使われだしたトムソン式ミラーガルバノメータを取り付けて対処することになった。つまり電気計測器が電信の受信器につかわれた<sup>1)</sup>。

まずピクトリア女王とブキャナン大統領との間で祝電の交換がなされが、この時のピクトリア女王からの祝電98ワードの伝送に16.5時間も、ついで確認に67分もかかっている。いずれにしろ1分間に2ワードくらいの送受信しかできなかった。予想もしない陸上通信と海中通信の違いが明らかになった。つぎに本格的に結ばれた1866年のときは初めからミラーガルバノメータが主になった。

長距離の海底電線によって伝えられる電信信号は波形が崩れて判読がしにくい。これは長距離ケーブルの芯線抵抗が大きくなり、信号レベルが低くなるばかりでなく、ケーブルの周りの海水が誘電体となって大きなコンデンサーができてしまって、その充電と放電に時間を要するためである(図3)。

長距離のケーブルの信号の減衰については、イギリス国内で1000kmのケーブルをつないで予備実験をしていた。ところが大西洋ケーブルの波形のくずれは予想を超えていた。マイケル・ファラデー(1791-1867)やウィリアム・トムソン(後のケルビン卿 1824-1907)も気づいてはいたが一般の常識になってはいなかった。当時の技術では、解決法はゆっくり伝送するしかなかった。

この1858(安政5)年8月にいったんつながった後もしだいに信号が弱くなり、10月には停止してしまう。受信器をガルバノメータの代える前にホワイトハウス技師が、受信リレーを動作させ

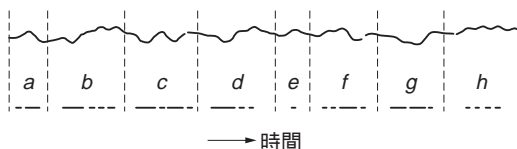


図3 海底電信の受信信号の崩れ

ようとかけた2000ボルトの高圧がケーブルを破損させたとされている。

8月31日ニューヨークでは凱旋將軍のようなパレードが催された、サイラス・フィールドはコロンブスの再現とまで讃えられ、国中の英雄になった。しかし、このときすでに電信の信号は弱く、思うように受信できなくなっていることに彼は気付いていた。約1カ月後に完全に不通になると、絶好調の夢をさまされた人々はかえって怒りをあらわにした。「大西洋海底電信は本当の機能を果たした事は一度もない」「すべての電文は、イギリス女王の電信も前もって作られていたものだ」とまでささやかれた。

ケーブル事故は多くの関心呼び、イギリス政府はすぐさま調査委員会を作り、原因と対策をまとめようとした。学会、業界の有識者が集められた。その中から、まずケーブルに貧弱な材料が使われていたこと、製造を急いででき上がったケーブルが屋外で保管され日光にさらされていたこと、そのために絶縁材グッタペルカが劣化してしまっただけでなく、芯線の銅の純度も不十分だったことなどが明らかになった。この結果を反映させて、1866年の敷設の際には改良されたケーブルが使われた。

## トムソン・ミラーガルバノメータとは

弱い電信信号を受ける受信器に使われた、トム

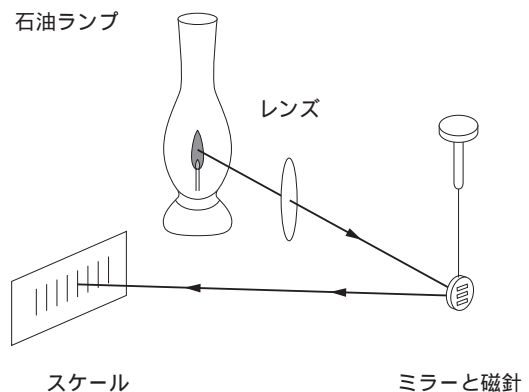


図4 ミラーガルバノメータの原理  
ミラー(0.1g)の裏に磁化された時計ゼンマイが貼り付けられていた。



ソン型ミラーガルバノメータとはどんなものだったろうか。これは図4に示すような構造で、中心に微小なミラー(0.1gr)が取り付けられ裏に磁化した鉄片を貼った。そのまわりに円筒状のコイルを取り付ける構造である。左の光源(電球は発明されていなかったから、光源は石油ランプである)からの光をレンズで絞って、中央のミラーにあてる。ミラーから反射された光スポットは、左下のスケール盤にあたる。ミラーの周りの固定コイルに電流(この場合は電信信号)を加えると、生じた磁界がミラー裏の鉄片に作用してわずかにミラーを動かす。光スポットのスケール上の左右の動きを観察して、モルス信号を読み取るのである(図4、図5)。

実際には電信の受信小屋の中で、2人の技師が電信信号によって左右に振れる反射光を観察した。1人が観察しもう1人が記録した。長時間にわたる忍耐のいる仕事であった。例えば、ニューファンドランドのハートコンテンツ受信所には、このような作業をスコットランドからやってきた電信士たちが担当していた<sup>2)</sup>。そこでは多くの電信士が、冬の厳しい環境の中で暮らせるよう配慮された宿舎があった。みんなが楽しんだのは、氷上の競技カーリング(curling)であった(現代のオリンピック競技にあるカーリング)。

例えば1870(明治3)年のハートコンテンツには10人が配置され、給料は150ポンド/年でボーナスが25ポンドの高給で、その上に3年毎に3カ月もの休暇がもらえた。それでも独身者は不満でとても結婚できないとこぼした。食料の多くは英国から運ばれていたし、近くの人里まで90マイルもあり、最も近いペリカン・パーでも3マイル先であった。

このような電信士の苦難も、のちに電信信号をペンとインクで記録するサイフォンレコーダのことで代わられる<sup>3)</sup>。やがて、大西洋の海底を詳しく測定する音波による海底探査が実用化され、海底ケーブルの敷設も楽になった。しかし、それは戦争がキッカケである。第一次世界大戦でUボート対策のために開発された技術が基礎であったからである。



図5 トムソン・ミラーガルバノメータ(ロンドン科学博物館蔵)

### 電気の標準へ

もう一つ特筆すべきことは、1861年にBA(大英協会)に標準化委員会が設立され、ボルト、アンペア、特にオームの基本的なシステムをつくりだすことである。これは、「海底電信ケーブルの最良の被覆と素材の調査」委員会と関連がある。要するにケーブルの仕様を正確に決めようとしたときに、1オームとはどれだけか共通の正確な物差しがない。発注側と電線メーカーの間で、正確な銅線の抵抗値や絶縁物の特性を測るのに、抵抗オームの基準値と標準抵抗が必要になった。最終的に提案で106cm長さの水銀柱を0.96オームとした。ようやく電気の基礎と応用には電信技術者と物理学者が協業する必要が理解されるようになって行く。ここで読者は電気技術者という名前でないことに気付くだろう。当時は電気の応用は電信しかなかった。技術者とは「電信技術者」のことであり、学会は「電信学会」と呼ばれた。

アメリカが孤立した情報島国からの離脱できた海底電信の開通の約百年後、1964(昭和39)年世界初の静止衛星シンコム3号が打ち上げられた。

### <参考文献>

- 1) D.de COGAN; "Dr. E. O. W. Whitehouse and the 1858 trans Atlantic Cable", History of Technology, Vol. 10, 1/15, (1985)
- 2) Bernard S.Finn; "Growing Pains at the Crossroads of the World: A Submarine Cable Station in the 1870's", IEEE Proceedings, 64 9, (1976)
- 3) 松本栄寿: 「ガルバノメータの発展と応用から自動平衡計器への道をたどる」電気技術史研究会資料, HEE 93 16, (1993)