

談話室

X線渡来の頃

中野 滋

1. はじめに

レントゲンは1895年11月8日にX線を発見した。今からちょうど100年前にあたる。X線を発見したのは彼が50才の時であったので、これを記念してドイツでは3月27日にレントゲン生誕150年記念祝賀式がおこなわれ、また日本では3月29日にレントゲン発見100年記念シンポジウムが物理学会において開催された。

X線が発見された当時、主に医学方面への応用の可能性が予見され、社会に大きな反響をもたらした。この発見はやがて電子の存在や原子説につながる重要な発見であったが¹⁾、そのような予見は誰にもできなかった。しかし骨の見える一枚の手の写真だけで十分であった。マスコミの反響の大きさは追実験の容易さと大きなビジネスチャンスの可能性の積に比例する。X線の場合がそうであったし、また最近の高温超伝導体の場合もそうであった。けれども発見の真の偉大さはその後の物理、化学、生物、医学、工学などの諸分野に与える影響の深さにあるといえるであろう。ラウエからハウプトマンまで十指にあまるノーベル賞を生んだことはX線発見の偉大さの証明であり、また放射光という武器をえて現在進行中である。ナノメーター世界の主役として今後いっそうの研究の進展を願うものである。

2. 発見の背景

最初に1800年代の物理学の実情を振り返って

みたい。当時は物理学の黎明期ともいうべきで、ヨーロッパでは不完全気体、真空放電、電磁気学、熱力学などの研究がおこなわれていた。しかし、実験に必要な電力、真空は現在とは比較にならない貧弱な器具でおこなわれていた。電源となるべき電池は約100年前1799年にヴォルタの電池が発明されたが、これはまだ定常電流を流せるようなものではなかった。このような貧弱な電源によって、電流の磁気作用(エールステッド, 1820)、ビオ、サヴァールの法則(1820)、電磁誘導(ファラデー, 1831)、ファラデーの電気分解の法則(1833)などが発見されたことは驚くべきことであるといえよう。1836年にダニエル電池の発明によってはじめて定常電流が得られるようになったが、より大きな電流を流せる強力なブンゼン電池は1855年になってはじめて使われだした*。1851年のリュームコルフの誘導コイルの発明とあいまって、これが真空放電の研究の契機になったことは想像に難くない。ガイスラーの水銀真空ポンプの発明(1855)は真空放電の研究をいっそう飛躍させたと思われる。事実その直後にプリュッカーによって真空放電のときにでる未知の放射線(陰極線)の蛍光作用が発見されている(1858)。さらに1869年にはヒットルフによってこの放射線の直進性が確かめられ、ゴールドシュタインはこれを陰極線と命名した(1876)。また彼は1886年には陽極線を発見している。一方真空放電の発光スペクトルの分野ではその分析の基礎がキルヒホッ

*現在使われている蓄電池は1859年にフランスのプランテによって発明されているが、ヨーロッパで小規模の水力発電ができたのが1882年であり、充電の困難さから、発明35年後の1895年当時でもあまり普及していなかったと思われる。

フ、ブンゼンによってつくられ (1859), 水素スペクトル系列は 1885 年バルマーによって発見されている。このように電源と真空ポンプの発達が当時の物理学の研究の先端を支えていたことは疑いもないであろう。

一方放電管については 1859 年にガイスラー管がつくられ, 1877 年には陰極線研究に便利なクルックス管が, さらに 1892 年には陰極線を取り出すことのできるレナルト管がつくられた。

レントゲンは 1868 年チューリッヒの連邦ポリテクニク機械工学科を卒業するとともに研究生生活に入り, 翌年“気体に関する研究”で PhD をうけた。最初は音響学で有名なクントの助手として気体の比熱比, 光の偏光面の回転などの研究をおこなっていた。この時代に伝導性電気放電と絶縁体中の放電に関する 2 つの論文がある。レントゲンには全部で 58 編の論文があるが, 熱学, 光学, 物性など幅広い興味を持ち主であったらしい。彼の伝記²⁾によればレントゲンは不屈の努力家で集中して研究に没頭するタイプであったといわれる。また多数の科学文献を読み, 新発見に対しても敏感に反応した。例えばカー効果の発見 (1875) やピエゾ電気の発見 (1880) のすぐ後にこれらに関する論文*が出されている。彼は簡単な装置で本質をつく実験技術を身につけていた。X 線の発見以外に最も有名なのはいわゆるレントゲン電流 (1888) であって, ラウエの論文³⁾に実験の詳細が紹介されている。これは誘電体の携帯電流が伝導電流と同じであることを証明したものであるが, 簡単な装置を使って巧妙な実験をおこなっている。

当時陰極線の研究は先端的な研究であったが, レントゲンがこれに注目したのは当然といえる。直接の契機は前述した 1892 年のレナルト管であったかもしれない。レントゲンが陰極線の実験を開始したのは 1894 年の 6 月であった。同年に発表

表 1. X 線発見の経緯

95.	11.	8	X 線発見
	12.	22	X 線の最初の手の写真
	12.	28	論文“新種の放射線”投稿
96.	1.	1	論文前刷り発送
	1.	4	ベルリンの物理学会で写真公開
	1.	6	発見のニュース世界に打電さる
	1.	13	皇帝ウィルヘルム II の御前で実験を供覧
	1.	23	ヴュルツブルグ大学の物理医学協会で講演
	3.	9	新種の放射線について—第 2 報
97.	3.	10	X 線の性質についての追加研究

された“鏡とスケールによる圧力差測定法”は陰極管の研究と無関係ではなかったのではなかろうか。

3. 発見の経緯

レントゲンが X 線を発見した経過を表 1 にまとめた。また図 1 は彼の実験室を再現したもので, 彼の誕生の地レンネップにあるレントゲン博物館にある⁴⁾。レントゲンが陰極線の実験中に蛍光板が光るのに気付いたのは全く偶然のことであったかもしれない。けれども彼がその偶然にたどりついたのはそれまでに培われた妥協を許さぬ彼の研究態度にあった。彼は常に仮説をたて実験によってそれを確かめていた。そして予期せぬ現象にぶつかってそれを見過ごさなかった。

当時陰極線の実験をしているところでは, もちろん X 線が発生していたはずである。どの物理学者にも X 線を発見するチャンスはあった。事実 1890 年にペンシルバニア大学の Goodspeed はクルックス管の実験中, そばにおいてあった写真乾板に明瞭な X 線の影を発見している。しかし何かの間違いであろうと考えたのかそれ以上の追求はしなかった。

レントゲンの発見以後, それは単なる“幸運で

*カー氏により発見された光と電気の間新しい関係について (1880), 水晶の熱的, 放射, ピエゾ電氣的性質について (1883)

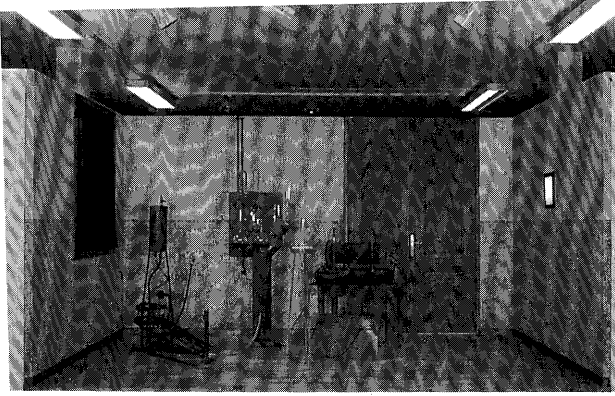


図1. レントゲン博物館にある実験室の再現

あった”とか“偶然の発見”であるとかあるいはすでにその現象に気付いていたとかいう言説があふれた。レントゲンがノーベル賞授賞講演で優先権を主張したことは有名である²⁾。von Laue³⁾は“偶然の観察は誰にでもできる。しかし単なる“偶然の観察”と“観察のかけに何か重要なことがかくされているのではないかという予感”の間には大きなへだたりがある。さらにその予感とそれが何であるかという明白な学問知識の間には一層大きなへだたりがある”と述べている。さらに彼は Goethe の詩を引用し、

*Wie sich Genie und Glück verketteten
Das fällt den Toren niemals ein.
Wenn sie den Stein der Weisen hätten
Der Weise mangelte dem Stein.*

この詩によって前述の発見の役割が一層よく理解できるであろうと述べている。

レントゲンが“偶然の発見”をしてから7週間、彼は寝食を忘れ、もちろんクリスマス休暇も返上して“新種の放射線”にとりくんだ。その研究態度はそれまで彼が行ってきた研究に裏打ちされており、巧妙な実験によって多くの性質を解明した。

12月28日に投稿された論文のなかでX線は陰極線によって放射されること、その強度が出射点からの距離の2乗に比例して減衰すること、吸収の問題、写真作用があること、反射、屈折がないこと、陰極線、紫外線と異なる証明など、さらに干渉、回折についてはX線の強度が弱いために成果が得られなかったと述べている。すなわち当時として考えられる性質をすべて巧みな実験で解明したもので、彼の才能と努力をしめすものであろう。

4. 日本での反応⁵⁾

表1にあるように1896年1月6日にX線発見が世界に打電されている。しかし日本ではこのニュースはあまり重要視されなかったらしい。少なくとも2月の末までは新聞にとりあげられていない。表2にあるように3月7日になってはじめて時事に“學術進歩のための一大発明”との記事がある。当時ベルリンに長岡半太郎が留学しており、いち早くレントゲンのとった手のX線写真とともに発見を日本に伝えたい⁶⁾。同誌の同じ号で“レントゲン氏ノ大発見”という水野敏之丞の解説⁷⁾があり、手の写真の石版畫とともに論文が紹介されている。この中で“理科大学では山川、鶴田が、第一高等学校では水野、山口、高島、三浦らが追試をおこない手などのX線写真がとれたとあり、“実は余らの得たる撮影を本紙に掲げたく思えども時日切迫間に合わざるが故に不本意ながら別図舶来のものを掲げ置く”とある。この写真がその年の5月に出版された“れんとげん投影写真帖”⁸⁾に掲載されたのであろう。人の手、蛙、魚、文房具など16枚のX線写真がのっており、これが日本で最初にとられたX線写真であることは間違いないと思われる。図2は彼らの使用したX線装置であり、図3はその中の例であ

*これは駒場資料委員会により1992年に発見された¹⁰⁾。一高同窓会が引き継いでいた荷物の中から3部発見し、1部を国会図書館に寄贈し、2部を同窓会で保存することになった。文献5)ではこれの発行年月を明治33年頃と推定しているが、発見により明治29年5月15日であることが判明した。

る。

当時 X 線写真は写真家の興味を惹いたようで、詳細は明かでないが、写真家鹿島清兵衛が公開実験を行ったことが日本写真史年表に記載されている。また写真月報にも“影写真について”という記事がある。医家もこれに興味を持ち、表2にあるように丸尾文良が講演を行っている。彼は X 線の発見自体には疑問を持っていたようであるが、不成功に終わったとはいえ、チフス菌、コレ

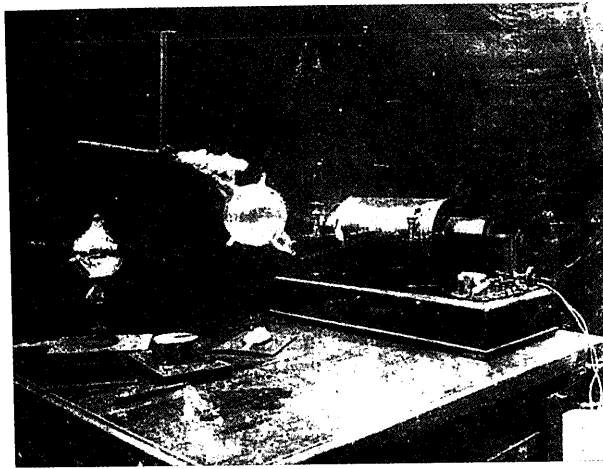


図2. 山口、水野の使った X 線装置

表2. 日本における経過

3. 7 学会進歩のための一大発明—時事
3. 14 X 線写真の発明で各種実験すすむ—時事
3. 25 論説レントゲン氏の大発見—東芸誌
レントゲン氏エクス (X) 放射線
在伯林 理学博士長岡半太郎君報
4. 8 理科大学と一高で X 線写真を撮影—報知
4. 12 X 線写真図解—万朝報
4. 14 X 線写真図解 (承前)—万朝報
5. 11 鹿島清兵衛 X 線写真の公開実験⁸⁾
5. 15 れんとげん投影写真帖^{9,10)} 丸善より出版
5. 16 影写真について¹¹⁾ 写真月報
5. 31 丸茂文良 講演 レントゲン氏の所謂 X 光線?
の『デモンストラチオン』¹²⁾
6. 9 村岡範為馳講演 レントゲン氏 X 放射線の話
京都府教育会主催
8. 31 同上講演記録出版¹³⁾
10. 10 村岡、糟谷、島津ウィムシャルスト起電機により撮影¹⁴⁾
10. ホフトン社クルックス管の到着 (小西本店広告)¹⁵⁾
10. クルックス管の使用について¹⁶⁾
12. 10 村岡範為馳よりレントゲンへの書簡^{17,18)}

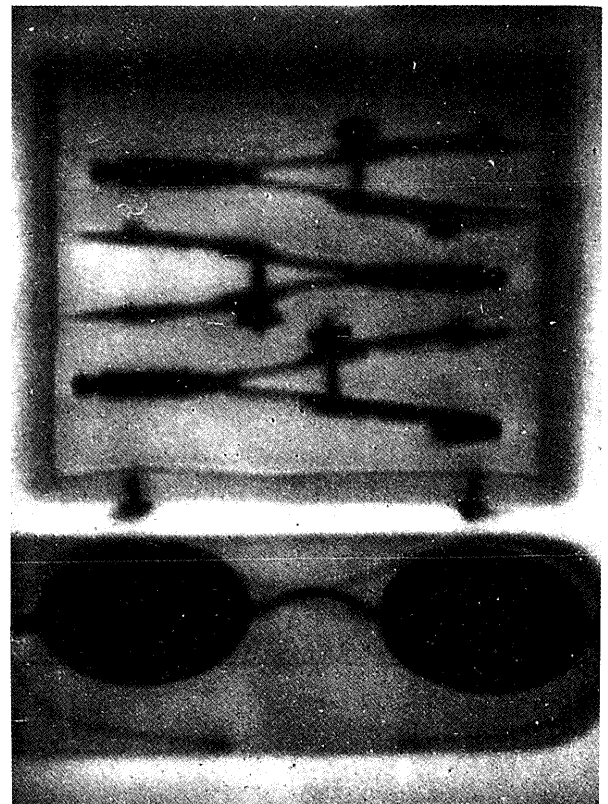
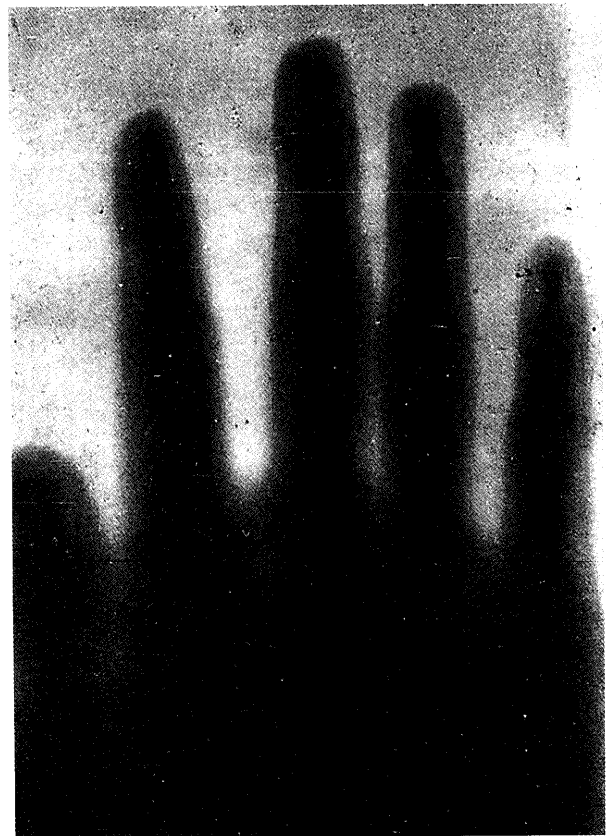


図3. X 線写真—人の手, コンパス, 眼鏡

ラ菌にたいする X 線照射の実験をおこなっているのは、当時としてはユニークな着眼といえるであろう。これについては文献 5), 12) に詳しい。

第三高等学校の村岡範為馳は 1878 年にレントゲンの師であるクントのもとに留学し、レントゲンと親交があった。1888 年再度留学し、また 1901 年のレントゲンのノーベル賞受賞祝賀式にも出席している¹⁹⁾。したがって X 線発見の情報をいち早くえていたと思われる。彼が 6 月におこなった講演の記録にはレントゲンの論文の解説とともに実験方法の記述がある。しかし“其の写真を致しまする器械は日本に僅か二つ計り外ありませぬ、其れも偶然に学習院に一つ第一高等学校に一つとありまして”とあり、写真は水野らのものと、ネィチュアの写真を引用している。彼がいつごろ実験を開始したのかは明かではないが、10 月 10 日に糟谷、島津らとともにウィムシャルスト起電機を電源として写真の撮影に成功¹⁴⁾している。

同じ 10 月には小西本店（現株式会社コニカ）が輸入した X 線の装置がドイツのホフトン社より到着し、試験運転の結果 X 線写真の撮影に成功したという記事がある^{15, 16)}。1966 年に中村実により発見された村岡からレントゲンにあてた手紙（レントゲン博物館所蔵）がある。その手紙にはレントゲンへの祝辞のあとで“私自身誘導コイル等の不足により、直接の試みは未だに実現しておりませんでした、私も先生の御研究を重要研究事項として、同じく追求いたしておりました。”とある。文献 14) と違いがあるがその理由は明かではない。

以上発見直後の日本の状況についてのべたが、当時の物理学は“追いつけ”の段階で、三宅の指摘²⁰⁾にあるように、再試の域をでなかった。しか

もそれは X 線写真のみであって、X 線の性質や本質を理解するための実験ではなかった。けれどもそれが契機となって、応用面で島津による X 線教育器械や医療器械の開発につながったことは特記すべきであろう。これが X 線研究、医学会の原動力になったのはよく知られている。

5. 謝辞

本稿を書くにあたり、文献 1), 2), 5) に負うところが大きかった。また資料収集にご協力頂いた一高同窓会 奥田教久氏、日本写真協会 亀井武氏、島津創業記念館 桜井茂男氏、コニカ株式会社広報室 宮治康子氏に感謝します。

文献

- 1) E. Segrè, From X-Rays to Quarks, 久保亮五, 矢崎祐二訳, みすず書房 (1982)
- 2) W. R. Nitske, The Life of Wilhelm Conrad Röntgen, 山崎岐男訳, 考古堂 (1989)
- 3) M. von Laue, Die Naturwissenschaft, 33, 3 (1946)
- 4) Rekonstruktion der Geräte die Röntgen 1895 benutzte レントゲン博物館所蔵
- 5) 今市正義, 原三正, 科学史研究, No 16, 23 (1950)
- 6) 東洋学芸雑誌 13, 174, 132 (1896)
- 7) ibid, 13, 174, 99 (1896)
- 8) 日本写真協会編, 日本写真史年表, 講談社, 1930
- 9) 山口鋭之助, 水野敏之丞 (第一高等学校), れんとげん投影写真帖, 丸善 1896, 5, 15 発行
- 10) 駒場資料委員会, 駒場資料室から—れんとげん投影写真帖 一高同窓会会報 No. 221, (1982)
- 11) 写真月報 3 No. 24, 1 (1896)
- 12) 丸茂文良, レントゲン氏の所謂 X 光線? の「デモンストラチオン」
- 13) 村岡範為馳, レントゲン氏 X 放射線の話 京都府教育会編纂, 1986. 8. 31 発行
- 14) 島津製作所, 科学とともに 100 年, 1975. 11. 1
- 15) 写真月報 3 No. 29, 124 (1896)
- 16) 写真月報 3 No. 30, (1896)
- 17) 中村実, レントゲン博士と村岡範為馳博士, さくら X レイ写真研究, 17, 29, (1966)
- 18) 瀬木嘉一, 理学博士村岡範為馳先生から送られた X 線発見の御祝状, さくら X レイ写真研究, 17, 25 (1966)
- 19) 滝内政次郎, 村岡範為馳博士について, さくら X レイ写真研究,
- 20) 三宅静男, 日本物理学会誌, 50, 811 (1995)