

Title	STEM分野の女性活躍の一考察：ヘンリー・ダイアーからマリー・キュリー
Author(s)	吉祥, 瑞枝; 守, 量子
Citation	年次学術大会講演要旨集, 39: 150-153
Issue Date	2024-10-26
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/19563
Rights	本著作物は研究・イノベーション学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Research Policy and Innovation Management.
Description	一般講演要旨

STEM分野の女性活躍の一考察 ヘンリー・ダイアーからマリー・キュリー

○吉祥瑞枝, 守 量子 (サイエンススタジオ・マリー SSM)
Kissho-y@fol.hi-ho.ne.jp

1. はじめに

女性のSTEM分野における男女共同参画が謳われて20年近くになる。少子高齢化は1980年代から警鐘されていたが白日の下に晒されて、否応なしに女性人材育成が注目を浴びている。女性活躍のために内閣府の「理工チャレ」はじめとして、産官学の各レベルにおける多様な施策、取り組みや啓蒙活動がなされている。しかし、STEM分野における男女共同参画の実現はまだまだ道半ばである。

男女を問わず人材育成の根幹は「教育」つまり、STEM教育である。明治の近代工業化にあたり、西欧からの技術移植、技術伝習、技術教育推進の成功事例をヘンリー・ダイアーのエンジニア教育に求め、西欧社会では科学は男の仕事の時代に、女性初のノーベル賞受賞(1903年)、ロールモデルであり、今やイノベーターと称賛されるマリー・キュリーに女性とSTEM教育を求める。

マリー・キュリーは偉大な研究者で、且つ科学教育者でもある。「マリー・キュリーの授業(キュリー夫人の理科教室^[1])(1907~1908)」の実験授業を受けた子ども(9~13歳)から、初の女性化学技術者やノーベル賞受賞など人材が輩出された。「科学的エビデンス」に努め、理論と実践による「マリー・キュリーの授業(キュリー夫人の理科教室)」の一考察である。

2. ヘンリー・ダイアーの工部大学校における工業教育とその振興

ヘンリー・ダイアー(Henry Dyer, 1848~1918)は明治新政府が「近代工業国家」形成に向けて設立した工部省の工学寮(工部大学校)の初代都検(教頭)として英国はグラスゴー大学から26歳の若さで1873年(明治6年)来日し、9年間の滞在中に工業技術教育の振興・普及に偉大な貢献をした。

2-1 H. ダイアーと山尾庸三

ダイアーは1848年グラスゴー郊外に土木技師の次男として生まれた。ウィルソン技能学校では「高度な天賦の才」、「並外れた観察力と勤勉さ」と評された。アンダーソン・カレッジ(ストラスクライド大学)夜学を修了(1866~1867)。グラスゴー大学で「機械工学の父」と呼ばれるランキン教授の下で学んだ。数学・物理学・土木学・機械学の最優秀、ワット記念賞や同大学工学系設置の「工学技能証明書」コース受講。同大学初の学位認定4名のうちの一人(1872)さらに同大学初の工学博士(1880)、スコットランド初の工学博士となった^[2]。

ダイアー著書「大日本」^[3]に「岩倉使節団の副使伊藤博文から日本が西欧技術の導入にあたり諸工場企画と管轄人材養成のためのカレッジ設立の人選委任で、ランキン教授からの都検の推薦を受けた。」と述べている。1873年ダイアー以下9名の英国人教師は伊藤の秘書林薫に引率され来日。ダイアーは船中でカレッジ草案をまとめた。

長州五傑の留学生の1人である山尾庸三もアンダーソン・カレッジに在学していたことが、来日して判明した。ダイアーと山尾は工学寮(Imperial College of Engineering)構想、6年間の工学課程、理論と実践、建物や製作所設立の管理など強力に推進となる。その対象は適正年齢15歳の若い士族が工業化の旗手として、生ける機械のサムライエンジニアの登場であった^[4,5]。

日本で女性が工学部に進学できるようになったのは戦後である。2024年本春、お茶の水女子大学(女子高等師範学校)に共創工学部が開設された。

2-2 H. ダイアーのエンジニア教育の思想と日本における実践

ダイアーは「エンジニアは社会発展の原動力であり、牧師・医師・法律家に並びうる新しい専門職である。」エンジニアを学校における狭義の個人への技術習得の職業教育ではなくて、偉大な全人的教育



(図1) H.ダイアー胸像
東京大学工学部所蔵
(写真1998吉祥)

を訴え、体育の必要性も述べた。スコットランドの伝統スポーツであるフットボールやゴルフをカリキュラムに取入れた。さらに、スコットランド伝統の徒弟制度の「実践」と科学体系的「学習」を推進した。ここに「工学部」という概念が具現化された。生涯学習の必要があると、1879年（明治12）工学部を創設^[6]。工部大学校の土木、電信、機械、造家、化学、鉱山、冶金7学科の第1期卒業生23名により相互の親睦、知識の交換を目的としたが、会員を広げて学会誌の創刊を奨励した。のちに帝国大学に移行までの工部大学校卒業生は206人、理学部が90人に比すれば2倍余である。

ダイアーは著書「大日本」^[3]において日本の女性は良妻賢母型である。知的生活と精神生活に影響を与える諸条件を調べてみると改善を要する事柄がたくさんある。女性の教育にもいろいろな配慮がなされるようになった。すでに文芸と芸術の分野で少なからぬ女性が才能を発揮し、社会や政治の問題でも男性に伍して堂々と知的な論議を交わすようになっている。もし日本が真に偉大な国になろうとするなら、すべからず女性に対する教育を大いに進め励ます必要がある。」と提起している。

3 マリー・キュリーの教育論

上記ヘンリー・ダイアーの問題提起にこたえる一つの方策として、マリー・キュリーの教育論に依るべきであると考えられる。

3-1 マリー・キュリーと放射能の発見

20世紀の科学の扉を開いたのは偶然で、それは放射能の発見である。レントゲンが1895年にX線を発見。翌年1896年ベクレルがウラン化合物の結晶からベクレル線を発見した。新しい現象、事実、法則などの最初の発見者と認めることの出来る人物を必ず1人や2人、ときには数人も挙げることができる。しかし、放射能の発見の歴史はきわめて詳細に調べられている。アンリ・ベクレルがウラン塩から放射される未知の放射線を発見したのは1896年3月1日で、そのとき時計は11時を打った。その日は晴天であったと確かめられている。ベクレル家は三代にわたる科学者でリン光の研究を手がけたのである。ベクレルの父はリン光物質を集めていて、強いリン光を発する硫酸ウラニルカリウム $K_2UO_2(SO_4)_2$ もあり「父が生きていたら、新しい放射線発見の榮譽は父が担うことになっただろう。」と語っている。

マリー・キュリー（1867～1934）はベクレルの研究の追試（確認）をして新元素を予測、1898年にマリーとピエール・キュリーはポロニウムとラジウムを発見した。マリーがピエールと出会わなかったら、ピエールと兄ジャックの発明した微小電流量を測る電気計も使えず、はたして半減期1600年のラジウム発見はあったらどうか。「マリーの最大の発見はピエール・キュリー」と孫娘エレヌは述べている。マリーとピエールは十分な実験室もなく、資金も人手もない劣悪な条件のもとで、分別結晶法による分離と抽出でわずか0.1gのラジウムを8tものピッチブレンドから3年9月かけて取り出した。1902年、美しい青白い光を放つ原子番号88番、ラジウムの単離（バリウムとラジウムの分離）に成功した。マリー・キュリーは1903年博士論文「放射性物質に関する研究」をソルボンヌ大学に提出した。

1903年にベクレルと夫ピエール・キュリーと共に「放射能の研究」でノーベル物理学賞を受賞。女性で初めてノーベル賞を受賞した。1911年、2度目はノーベル化学賞を「ラジウムおよびポロニウムの発見とラジウムの性質およびその化合物の研究」で受賞した。

3-2 マリー・キュリーの生涯

マリア・スクウォドフスカは1867年11月7日にポーランドの首都ワルシャワに姉3人と兄に続く5番目の末っ子として生まれた。父はギムナジウムで数学と物理の教師、母は女子寄宿学校を経営。日本では大政奉還、明治維新の頃である。10歳の時に最愛の母を肺結核で亡くした。母の回復を願って熱心に教会へ通ったが、幼くして人生の残酷さを知り、その悲しみと引き替えに神への愛の祈りを失った。母親代わりに姉ブローニャは医者になることを望み、マリアは家庭教師となり助け合った。先に姉がパリ留学を実現して医者になり、続いてマリアはパリ・ソルボンヌ大学に入学した。マリーと改めて、フランスの科学者ピエール・キュリーと結婚し娘2人（エレヌとエーヴ）の母となった。1906年夫ピエールが交通事故で幼い子どもたちを残し先立ったあと、マリーは研究仲間と子どもたちに共同授業（1907～1908）を「キュリー夫人の理科教室」開催した。1911年にはノーベル化学賞受賞、第1回ソルベール会議に出席。1914年ラジウム研究所が設立して、初代所長となる。7月第1次世界大戦勃発。医療用X線車・プチットキュリーで野戦病院の戦傷者の治療にエレヌとあたる。1921年アメリカの「マリー・キュリーラジウム基金」運動に謝意を表明のため渡米。1932年ワルシャワのラジウム研究所開所式に出席植樹。1934年66歳で亡くなる直前2ヶ月前までラジウム研究所所長として研究活動を続けた。1995

年パリ郊外ソーのキュリー家の墓地から国家功労者を祀るパンテオンにフランス大統領のミッテラン、ポーランド大統領ワレサやキュリー家の人々など参加して盛大に移葬式典が催された。その時にフランスの放射線防護委員会が棺の中のピエールとマリーの放射能測定を行った。マリーはやや高め一般人の許容量でラジウム被曝とは考えられず、戦場の負傷兵を救うためのプチットキュリーによる放射線被曝により二十年後に白血病を引き起こした。「百年目の真実として、マリーの白血病はラジウムによる被曝ではない。」とネーチャーは発表した^[7]。

4 マリー・キュリーの科学教育

2003年8月24日ガーディアン^[8]は「忘れ去られていたマリー・キュリーの授業“幻の実験授業”が明らかになった。」と報じた。次女エーブ著“キュリー夫人伝”に紹介されている。キュリー夫人の発案で研究仲間と共に9歳の娘イレヌをふくむ10人ほどの子どもに実験授業を1907-1908の2年間にわたり開催した。しかし、その詳細は不明で“幻の授業”と呼ばれていた。偶然にもキュリー夫人の授業に参加した13歳の女子イザベル・シャヴァンヌのノート(1907年)が発見され、2003年フランスで発刊された。筆者はその邦訳を孫娘エレヌ博士から依頼され、翌年2004年マリー・キュリーの誕生日に「キュリー夫人の理科教室」(丸善)が発刊された。

マリー・キュリーは科学実験の名手で手を動かす実験を重視した。娘イレヌは「ほんの少しのお勉強で効率の良い学習法」と評している。一方、母マリーはイレヌが一流の科学の素養を身につけたと誇らしそうに述べている。また、その実験授業は子どもを魅惑して生涯忘れえない糧となり、初の女性化学技術者や専門家を輩出して社会に大いに貢献した。娘イレヌもノーベル化学賞を受賞した。

4-1 マリー・キュリーの自伝における科学教育

マリー・キュリーは自伝^[10]で、「子どもたちの教育についていえば、体育を主にし、ほんの少しの時間を学科に残しておけばそれで十分。ところが、現在の学校の大部分は口頭または筆記によるさまざまな訓練に時間をかけすぎて、家庭でも宿題に多大な時間が費やされる・・・一般的にいて、実習(実験)をあまり大事にしていない。そこで私は研究仲間と子どもに一種の集団教育(共同授業)を組織して、講義には必ず実習(実験)。これは生徒に非常な好評をほくした。この授業は長女イレヌには非常に有益だった。パリの私立中学上級に入り、しかも平均年齢よりも若かったにもかかわらず、らくらくと大学入学資格試験にパスしたのは、ひとえにこの授業のおかげで、すぐにソルボンヌ大学で勉強を始めた。」と万事控えめなマリー・キュリーが珍しく自身の成果を述べている。

4-2 イレヌ・キュリーの思い出の母の科学教育

その授業を受けた娘イレヌは“わが母マリー・キュリーの思い出”^[11]のなかで、「2年ほどの間、母と母の友人数名が子どものために集団教育(共同授業)を組織した。先生は物理学がマリー・キュリー、化学がジャン・ペラン、自然科学がムートン、数学がポール・ランジュヴァン、英語とドイツ語がシャヴァンヌ夫人(コレージュ・ド・フランスの教授夫人)、図画と彫塑が彫刻家のマグルーで、私たち生徒は10人ばかり。物理と化学の授業はほとんど全く実習ばかりで、この授業をマリー・キュリーは物理化学学校の教室で、ジャン・ペランはソルボンヌの小実験室でやりました。」と述べている。そして、「わたしくのうけた教育はいささか常軌を逸したのですが、あまり勉強せず、あまり努力せずに、しかも非常によい科学教育、よい文学の教養、普通程度の生きた言語(英語とドイツ語)の知識を得たという印象がのこっています。」と賞讃の言葉を述べている。

4-3 マリー・キュリーの実験授業1907年と1908年の考察

「キュリー夫人の理科教室」では現象を定性的にとらえることで終わらずに、定量的にとらえることの重要性を教えている。筆者はこの観点と、マリー・キュリーの1907年に「キュリー夫人の理科教室」で取り上げた概念・事象をそれが認識された年代順に考察し、つづく2年目の1908年の実験項目にあてはめて、考察結果(表1)を得ることが出来た。科学の王道とも呼べるカリキュラムと10項目の教育方法と技法である。サイエンス(科学)を真に身につけ、理解するにはその根底の“概念”を理解しなければならぬ。マリー・キュリーはわかりやすく、見事に子どもに教示したのである。それこそが新しいもの、最先端の科学の駆動力となり、イノベーションを生むもので、理科教育に加味していく必要がある。(注)日本物理学会 大学の物理教育2023 11月号と2024 3月号を参照ください。

(表 1) Lessons de Marie Curie Contents (1907-1908)

(データは以下の文献^[12,13]を参考に作成) © Mizue Y KISSHO

	(A) Contents	(B) Principle & Law	Philosophers / Scientists
1	1 真空と空気のちがい	真空と空気	Aristoteles (BC384-BC322)
9	2 空気の重さを実感する	Vacuum and Air	
0	3 気圧・水道・ポンプ アルキメデスの原理	アルキメデスの原理	Archimedes (BC287?-BC212)
7	4 重さをはかる	マグデブルグの半球実験	Otto von Guericke (1602-1686)
	5 固体や液体の密度をはかる	パスカルの原理	Blaise Pascal (1623-1662)
	6 いろいろな形をしたもの密度をはかる	Archimedes Principle	
	7 再びアルキメデスの原理	Magdeburg Hemispheres Experiment	
	8 船が浮くわけ	Pascal's Principle	
	9 卵を浮かせる		
	10 気圧計をつくる	トリチェリの実験 1643	Evangelista Torricelli(1608-1647)
1	1 振り子の振動	振り子の原理 落体の運動	Galileo Galilei (1564-1642)
9	Pendulum (Clock)	Pendulum and Falling Bodies	Isaac Newton (1642-1727)
0	2 物体落下 斜面 Parabolic motion (ball bearing falling movement)	運動の三原則	
		Three Principles of Motion	
8	3 暗算	暗算のコツ 暗算 1908	Marie Curie (1867-1934)
	A virtuoso in mental arithmetic	mental arithmetic in 1908	
	4 電池の組み立て	ボルタの電堆 発明 1800	Alessandro Volta (1745-1827)
	Volta electric pile	Voltaic pile invention in 1800	
	5 電気分解の測定	ファラデーの電気分解法則	Michael Faraday (1791-1867)
	Electrolysis by M. Faraday	発見 1833	
	6 酸素雰囲気中の輝かしい燃焼	Faraday's laws of electrolysis	
	Brilliant combustions of iron in oxygen,	Discovery in 1833	
	7 温度計をつくる	温度計 発明	Ole Christensen Rømer (1644-1710)
	Thermometer	Invention of Thermometer	

5 おわりに

現代生活のあらゆる場面、政策的な場面から日常の生活に至るまで STEM の浸透が実感される。ヘンリー・ダイアーは 15 歳のサムライエンジニアを対象として工業化を展開し成功を納めた。女性を励まし、女性エンジニアが創造性を発揮できるチャンスを得て「日本は真に偉大な国になるであろう。」と予見した。ところが、現在はグローバル規模で STEM が高速進化し変化をとげている社会である。その状態のなかでは立ち止まることすら出来ない。変化しないことは相対的に後退を意味する。マリー・キュリーは科学教育を中心科目とし、子どもの能力の芽生えを待ち、興味の湧いたときに適切な処置をして、子どもの能力を引き出し、創造的能力の伸長を促して開花させた。「キュリー夫人の理科教室」適正年齢 9~13 歳の年 10 回の 2 年間で示された手法はごく普通の子どものにも当てはまるジェンダーを越えた普遍的な科学教育法である。伸びる子を伸ばし、興味のない子に喚起する。13 歳は 5 年後には 18 歳で立派な成人である。マリー式 STEM 教育である。女性を励まし、女性が創造性を発揮できる方法をマリー・キュリーは明示しているのである。

謝辞 「マリー・キュリーの理科教室」の理論と実践を求めて 22 年間の活動 サイエンススタジオ・マリーはじめ日本化学会、電気化学会、日本物理学会、東京大学工学部・生産技術研究所、東京工業大学の諸先生に感謝致します。

参考文献

- [1] イザベル・シャヴァンヌ (吉祥瑞枝監修, 渡辺正 岡田勲訳) 「キュリー夫人の理科教室」, 丸善 (2004)
- [2] 北 政己「工部大学校の H. ダイアー」 自然 (38) 10 453, 89pp 中央公論社 (1983)
- [3] ヘンリー・ダイアー (平野勇夫訳) 「大日本」 003pp, 452pp 実業之日本社 (2005)
- [4] 三好信浩 「明治のエンジニア教育」 中公新書 695, 195pp 中央公論社 (1983)
- [5] 中山 茂 「帝国大学の誕生」 中公新書 491, 78pp 中央公論社 (1978)
- [6] 日本工学会小史 <https://www.jfes.or.jp/about/doc/history.pdf> (閲覧日 2024/9/7)
- [7] Nature, 374, 27 Apr., (1995) & Nature, 377, 14, Sept., (1995)
- [8] Guardian “Forgotten lessons of Marie Curie revealed”, 24 Aug., (2003)
- [9] エーヴ・キュリー (河野万里子訳), 『キュリー夫人伝』 白水社 (2006)
- [10] マリー・キュリー (木村彰一訳), 『自伝, 世界ノンフィクション全集 8』 筑摩書房, (1960)
- [11] イレーヌ・ジョリオ=キュリー (内山敏訳), 『わが母マリー・キュリーの思い出』 筑摩書房, (1961)
- [12] 吉祥瑞枝 「マリー・キュリーの科学教育」 大学の物理教育誌 29 (2023) 3
- [13] 吉祥瑞枝 「マリー・キュリーの科学教育 -1908 年幻の授業とその再現」 大学の物理教育誌 30 (2024) 1