

Title	キュリー夫人から学ぶ人材育成
Author(s)	吉祥, 瑞枝
Citation	年次学術大会講演要旨集, 31: 121-124
Issue Date	2016-11-05
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/13987
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

キュリー夫人から学ぶ人材育成

○吉祥 瑞枝 (東京理科大学、サイエンススタジオ・マリー)

(キュリー夫人の理科教室、女性とノーベル賞、ロールモデル、人材育成、創造性、ダイバーシティ)

1. はじめに

キュリー夫人は世界の科学者のなかでも、最も有名な女性科学者で、傑出した 20 世紀の巨人の一人である。放射能の研究をし、新元素のポロニウムとラジウムの発見でノーベル賞を受賞した最初の女性で、二度の受賞、さらに母娘二代の受賞者である。

昨今、マリースクロドフスカ・キュリーは『**イノベーター**』¹⁾と呼ばれ、基礎研究から開発、応用、実用化にわたる。例えば、標準化においてはラジウム原器の製作、放射線取扱者の健康診断の仕組みと制度整備、第一次大戦中はプチット・キュリー (移動 X 線・放射線車) で車両の改造、看護婦の教育訓練と組織化、自ら運転して戦場を駆け巡り百万人をこえる負傷兵の命を救ったのは有名な話である。

ところが、偉大な**科学者・研究者**と同様に偉大な**教育者**であったことは案外知られていない。キュリー夫人の人材育成、理科・科学教育について述べる。

2. キュリー夫人(1867-1934)

2-1 幼少時代

キュリー夫人 (マリースクロドフスカ・キュリー) は 1867 年 11 月 7 日ポーランド・ワルシャワで生まれた。父親はギムナジウムで数学と物理の教師、母親はワルシャワの女子寄宿学校を運営し、教育熱心な一家の 5 人兄弟の末娘として誕生した。幼少のころから父親の書斎にある物理の実験器具に目を輝かせ、読書を好んだ。母親は肺結核で病弱だった。父親もロシアの支配下職場で順調ではなかった。最愛の母を 10 歳の時に亡くし、母の回復を願って熱心に教会へ通っていたが、その悲しみと引き替えに神への愛の祈りを失った。母親がわりの姉ブローニャは医者になることを望んだ。

2-2 青春時代

ブローニャがパリ留学を実現し医者になり、マリーは自身の科学への夢を追究できるように、お互い助け合った。キュリー夫人の自伝²⁾によると「家庭の事情でワルシャワにすることができなくなってしまった。父は休養を必要とし、しかも財政状態はいちじるしく悪かった。そこで田舎のお屋敷に住込み家庭教師として、数人の子供を教えることになった。17 歳で親の家を出て自活をはじめた。決められた仕事を終えても時間が余っていたので、生徒である長女を助手に、私は村の子供たちを教えた。ロシアの統治時代には、勉強するにも学校がなく、小さな子供や、勉強することを希求する若い娘に読み書きを教えた。ポーランド語の本の回覧もおこない、親からも感謝された。こんなささやかな啓蒙の仕事ですら、じつはかなりの危険を伴っていた。」と述べている。

後年の**共同授業**『キュリー夫人の理科教室』³⁾ (1907-1908) を提唱し、開催した萌芽がみられる。

2-3 ピエールとマリーの放射能の研究

パリ、ソルボンヌ大学に留学した。そして、フランスの科学者ピエール・キュリーと結婚し、キュリー夫妻は放射能の研究をし、原子番号 88 番目のラジウム (Ra) と 84 番目のポロニウム (Po) の放射性元素を発見した。1903 年にノーベル物理学賞をアンリ・ベクレル、及び夫ピエール・キュリーと共に「放射能の研究」で受賞。1911 年に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」により受賞した。

2-4 共同授業 “キュリー夫人の理科教室”

次女エーヴ・キュリーの「キュリー夫人伝」⁴⁾によると、キュリー夫人はスポーツ好きで、自転車で

新婚旅行に出かけた人である。当時のパリの話題は1895年11月にレントゲンが発見したX線と1884年に発明された現在と同型の自転車であった。研究が大好きでお料理上手な娘二人（イレヌとエーヴ）の母親である。1906年夫ピエールが交通事故で幼い子どもを残して先立たれたあと、研究仲間と『キュリー夫人の理科教室』を提唱し、開催した。自身の『キュリー夫人自傳』のなかで、この子どものための共同授業が「一流の**科学の素養**（実験ノート・実験マナーなど）を、長女イレヌに与えた。」とその成果を認めている。一方、研究者の娘イレヌは“わが母マリー・キュリーの思い出”⁵⁾のなかで「マリー・キュリーについて、崇拜者の大部分の者の心に浮かんでくるのは、ポロニウムとラジウムの発見だけです。」、母マリー・キュリーの物理と化学はほとんど**実習授業**で、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**の印象で、**教育者**として讃えている。母娘はまるで合わせ鏡のように合致している。

キュリー夫人の授業を受け、「キュリー夫人の理科教室」の実験ノートをとった少女イザベル・シャヴァンヌは、当時の女性としては珍しい化学技術者になった。娘イレヌは1935年「人工放射能の研究」で夫フレデリック・ジョリオと共にノーベル化学賞を受賞した。母娘二代の受賞は、2015年までの受章者のなかでキュリー夫人とその娘が唯一である。(Table 1)

Table 1 Nobel Prize of Women in Science (1901~ 2015)

http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/lists/women.html

2-5 ラジウム研究所の所長 創造とダイバーシティ

2012年第27回年次学術大会で筆者は「キュリー夫人と女性と科学」で発表した。キュリー研究所（ラジウム研究所）は早い頃から、例外的なほど多くの**女性**を受け入れていただけではなく、どこよりも多くの**外国人**も受け入れていた。⁵⁾今風にいうと“**女性とダイバーシティ**”である。研究室（ラジウム研究所は1914年発足）が発足した1904年からキュリー夫人が逝去する1934年までに47人の女性研究者が在籍していた。キュリー研究所の女性研究者は化学あるいは物理の学位（博士）保持者で、科学、化学、物理を修めた女性であった。女性研究者の割合は第一次世界大戦以後約**30%**である。

ジャン・ペランは、キュリー夫人のことを「これまで知っているうちもっとも偉大な研究所長だ。」⁶⁾としばしば語り、また、所員の一人であるモイゼ・ハイシンスキーは「キュリー夫人はすごい人だ。それも時代を超越している。・・・キュリー夫人はわれわれを激励し、管理し、指導すると同時に若い科学者たちをその自発性にまかせ、テーマと研究方法を選ぶ自由を与えてくれた。」⁷⁾と回想している。

キュリー夫人は1934年66才で亡くなるまで研究活動を続けた。

Field (Number of person)	Year	Name
Physics (2)	1903	Marie Sklodowska Curie
	1963	Maria Goeppert Mayer
Chemistry (4)	1911	Marie Sklodowska Curie
	1935	Irène Joliot-Curie
	1964	Dorothy Crowfoot Hodgkin
	2009	Ada E. Yonath
Physiology or Medicine(12)	1947	Gerty Radnitz Cori
	1977	Rosalyn Sussman Yalow
	1983	Barbara McClintock
	1986	Rita Levi-Montalcini
	1988	Gertrude B. Elion
	1995	Christiane Nusslein-Volhard
	2004	Linda B. Buck
	2008	Francoise Barre-Sinoussi
	2009	Elizabeth H. Blackburn
		Carol W. Greider
2014	May-Britt Moser	
2015	Youyou Tu	

3 「キュリー夫人の理科教室」と サイエンススタジオ・マリー(SSM)

3.1 主として女兒・女生徒、学生対象

若者の理科ばなれが危機感をもって取り上げられて久しく、多様な数かずのイベント、アウトリーチ活動が様々なレベルで広く全国で行われている。

しかし、特に**女兒・女生徒、学生**を意識したものは見あたらず、筆者は子ども、若者・女性、母親の

ために紙芝居と実験ショーを通じ、楽しみながら科学的素養の涵養を目的として、2002年サイエンススタジオ・マリー(SSM)を結成した。

3.2 「キュリー夫人の理科教室」発刊経緯

女性科学者の間で世界的に**ロール・モデル**とされており、日本でもよく知られているキュリー夫人を取り上げ、伝統的大衆文化の紙芝居を用いて、人物と業績を紹介する「マリー・キュリー物語」を作成した。2003年秋、その紙芝居の取材のために訪問したフランス・オルセー原子核研究所において、エレヌ・ランジュバン・ジョリオ博士(孫娘)からイサベル・シャバンヌによるマリー・キュリーの理科実験ノート: *Leçons de Marie Curie* の邦訳出版を依頼された。これが「**キュリー夫人の理科教室**」(監修 吉祥瑞枝、共訳 岡田勲、渡辺正 丸善、2004)である。キュリー夫人の授業を受けたものから、女性ノーベル賞受賞者や、当時 珍しい女性化学技術者などを輩出した。

日本語版「キュリー夫人の理科教室」出版にあたって、パリ大学のM. シェムラ教授(フレデリック・ジョリオ=キュリーの後継者)からのお言葉は「私が1940年代に加わったフレデリックとイレヌ・ジョリオ=キュリーの研究室では、ピエールとマリー・キュリーが育て上げた伝統のもと、**活力と創造性**いっぱいの人たちが胸躍らせる研究を進めていた。私も弟子がどれほどの成果をあげたのかは、いささか心もとない。・・・この邦訳本が日本の若い世代に科学の心をしっかり伝えてくれるにちがいない。」というものであった。

筆者はM. シェムラ教授の自室を訪れた。そこにはマリーとピエールが自転車で行った新婚旅行の大きな写真が壁に飾られていた。また、実験室隣の研究室の女子学生の机の棚には一枚の肖像絵葉書が、頭をあげると丁度目線が会う位置に飾られていた。この光景に、筆者は“果たして、日本で女性科学者のパイオニア・初的女性理学博士**保井コノ**⁸⁾(1880-1971)の名前を挙げられる人が何人いるであろうか? あるいは机に飾られる女性研究者**ロール・モデル**は誰なのか?” 夕刻に催された研究室の学位祝いパーティで、先日出版されたばかりの“キュリー夫人の理科教室”について男子学生が「キュリー夫人がいかにか子供たちに難しい**概念**をわかりやすく教えたか。その**方法論**のすばらしさ!」について真摯に筆者に語りかけた。

3.3 「キュリー夫人の理科教室」構成 と特色

キュリー夫人が研究者仲間と始めた“共同授業”は長女イレヌをはじめとする10歳前後の子ども10人くらいに教えた「キュリー夫人の理科教室」である。この授業は身の回りの退屈な現象をわかりやすく、例えば大気存在、圧力、物質の密度といった物理の基本的な概念を、さまざまな実験を通して教えた。はじめに実験結果を予測し、その結果が異なると、「なぜ?」「どうして?」とその理由を考えさせ、わくわくと胸おどらせる授業であった。知的好奇心を刺激し、科学的なものの見方を身につけることをねらいとした。忘れてはならないのは、キュリー夫人は子どもに現象を教えることにとどまらず、その奥にある概念や原理・法則を理解させることに努めたことである。難しい概念や原理・法則を子どもにわかりやすく説明した。そのためにキュリー夫人は実験を手段として用いた。実験することが自己目的化していたのではなく、実験をツールとしてキュリー夫人は用いたのである。**図1**「**キュリー夫人の理科教室**」**仏・ポーランド・日**

イザベルのノート「キュリー夫人の理科教室」を手がかりに、記録と事実を基に教育者としてのキュリー夫人のエッセンスの抽出をこころみた。理科教室は1907年1月27日の第1回“真空と空気のちがい”に始まり、1907年11月14日の第10回“気圧計をつくる”までのほぼ1年間にわたる10回構成である。60%までが“真空、空気、大気”に関するものであり、空気の重さを測り、気圧計を作り、物質を定量的にとらえることがこの実験シリーズの特徴である。これら10回の実験授業を実験項目、簡単なモデル実験、概念や原理・法則、日常との関係性、実験主体、実験道具・器機、備考を整理し、分析によりキュリー夫人が大切にしていたものは、“真空”と“密度”(アルキメデスの原理)である。教育手法の5項目(1. 単純化・簡略化したモデルにより概念や原理・法則の理解。2. 必要な概念や原理・法則を繰り返し教示し高次へと導く。3. 概念のさまざまな側面からの提示。4. 側面の変化を展開して現象の把握。5. 可視化、視覚、触覚、聴覚の駆使。)と 技法としての5項目(1. 銘記のための反復。2. 的確な例示と解



説。3. 的確な対話と質問による授業の構成。4. 器具・道具の説明・解説。5. 子どもの興味ある事象の取り上げ。) 計 10 項目である。

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観点を考慮すると、キュリー夫人の実習、実験授業をとおして、母マリー・キュリーが望んだこと「娘イレーヌにはごくわずかなことを、ごくしっかり学んで欲しい」の全貌が浮かび上がってきた。それは、キュリー夫人自身が学び到達してきた、19 世紀の磐石の基礎、完成した根っこのサイエンス教室である。

「キュリー夫人の理科教室」で取り上げた概念・事象を考察すると以下ようになる。有史以前に認識されている空気や風、ものから、紀元前 350 年頃のアリストテレスの真空、空虚 (ケノン)、紀元前 265 年頃のアルキメデスの密度、浮力。1643 年トリチェリにより発見された真空、真空ポンプの向上により可能となったゲーリケによるマグデブルクの半球、当時最新の器具の電球。これらの概念・事象を用いた実験を子どもたちと行なったのである。身近な現象の奥にある概念や原理を理解させた点から、近代科学の科学的手法のガリレオ、電池のボルタと化学・電気化学のファラデーを取り上げたと推測できる。

4 人材育成⁹⁾

小学生くらいまでの子どもはどの子もみんな理科が大好きである。それが中学生、高校生になるにつれ減る。「キュリー夫人の理科教室」参加者アンケートで、小学生の 80% が理科を好きと答えている。大きくなるにつれ勉強しなくなり、受験科目でなければやらなくなる。本当に好きかどうかもわからないのに、物理も化学も取らないということになる。ある意味で、理科嫌いの多くには、実は食わず嫌いも含まれるのではないかと。必修科目にするとか、その基本となる算数・数学を含めて、肝心なのは「理科離れ」をさせないようにすることである。

科学の面白さ、楽しさ、美しさ、発見する喜びや驚き、感動というものが全部抜け落ちて、最終的な簡素な結論、事実の羅列になっているところも多い。端的に「暗記しなさい」では面白さは伝わらず、小学校、中学校、高校の先生の役割は大きい。

楽しさ、面白さが強調されるなか、「楽しくなかったらそれだけでやめていい。」というものではない。興味があろうとなかろうと、シコシコ勉強を通して、地道に繰り返し勉強をし、**死の谷**の関門のその先に楽しさ、面白さに到達できるものもある。つまり、基礎知識があってはじめてきちんと考察できる部分もある。興味を抱ききっかけはいろいろで、深堀すると立体角が大きくなり、自然と広くなり、一つのきっかけになるともいえる。キュリー夫人の本が示すように、実験や実習の楽しさというのが非常に重要である。例えば教科書ではたった一行で書かれていることが実は大変な作業だったりする。実験を通じて、その作業を自分の手を動かすことで経験することは一見効率がわるいのだけれど、その時間というのが非常に重要である。

基本的な考え方、科学的、論理的にものごとを考え、実証するという考え方、自分なりに評価し、判断して自分で結論を出すこと。自分で判断できるということが非常に重要で、幼少からの科学的教育が必要になる。

5. 今後に向けて

キュリー夫人の思考のあとをたどり推測再現を研究し、新たな課題に取り組み地平を切り拓き、実施に結びつける。理科好き子の才能を一層伸ばすとともに、理科に関心が薄い子の興味をも喚起し、子供や女性の活躍が期待されている人材育成に、微力ながら貢献できることを願うとともに、幼少時代からの科学技術への関心が開花し、少女や女性たちが、大いに科学や工学、技術の分野へ社会進出することを期待してやまない。

参考文献

- 1) “Marie Curie A photographic story of a life” : Vicki Cobb, 6pp DK, (2008)
- 2) 『キュリー夫人自伝』: 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), 169-225.
- 3) 『キュリー夫人の理科教室』: イザベル・シャヴァンヌ (吉祥瑞枝監訳, 岡田勲・渡辺正訳), 丸善, (2004)
- 4) 『キュリー夫人伝』: エーヴ・キュリー (河野万里子訳), 白水社, (2006)
- 5) 『わが母マリー・キュリーの思い出』: イレーヌ・ジョリオ=キュリー (内山敏訳), 筑摩書房, (1961), 228.
- 6) 『キュリー夫人伝』: エーヴ・キュリー (河野万里子訳), 白水社, (2006), 500
- 7) 『マリー・キュリー2』: スーザン・クイン (田中京子訳), マリー・キュリー, みすず書房, (1999), 670
- 8) 『東京大学総合研究博物館+「東京大学学位記」展実行委員会 “東京大学学位記展 II” 東京大学総合研究博物館, (2003), 5-6pp
- 9) 『特集 自然科学教育のすすめ』: 吉祥瑞枝他 4 名, 三田評論, No 1145, 5, 慶応義塾, (2011) 10-25