

Title	試算：放射線利用の費用対効果
Author(s)	柳澤, 和章
Citation	年次学術大会講演要旨集, 26: 823-826
Issue Date	2011-10-15
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/10242
Rights	本著作物は研究・技術計画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 Science Policy and Research Management.
Description	一般講演要旨

試算： 放射線利用の費用対効果

○柳澤 和章(日本原子力研究開発機構経営企画部)

1. はじめに

日本原子力研究所高崎研究所¹は、昭和 37(1962)年に設立以来、電子線、 γ 線およびイオンビームを使った放射線利用(radiation application)を実施して来た。ここでは、37 年間(1963-2000)に亘る研究活動とその成果に対し、放射線利用の費用対効果(cost benefit effect (CBE))を試算する。

2. 試算方法

放射線利用の費用対効果を(CBE)を以下のような考え方で求める事とする。

まず市場創出効果額(MCE)に着目する。この数値は付加価値ベースで評価した市場創出額(MCP)と当該産業の付加価値率²から評価される値である。このうち、市場創出額は、原研が一部または全部に関与した製品の売上に着目したおので、以下の/1/式より求める。

$$\text{市場創出額(MCP)} = \text{一部または全部に原研が寄与したことで創出された新市場における製品からの売上高} \times \text{市場売上高に占める研究開発費(R\&D)の貢献割合} \times \text{当該製品の研究開発に占める原研の寄与率} \quad /1/$$

このとき、市場創出効果額(MCE)は以下/2/式となる。

$$\text{市場創出効果額(MCE)} = \text{MCP} \times \text{新製品に対する付加価値率(経済産業省が発行するI-O表を使用^[1])} \quad /2/$$

市場創出効果額が与えられれば、費用対効果は以下/3/式となる。

$$\text{費用対効果} = \text{市場創出効果額} / \text{投資資金の総額(研究費と人件費)} \quad /3/$$

原研高崎で実施されてきた放射線利用は、放射線の工業利用と農業利用に限定される。本報では、参考にラジオ・アイソトープ(RI)利用³についても考えた。放射線を使った医学・医療利用への原研寄与はない。/3/式に基づけば、放射線利用の費用対効果はその市場創出効果額を求めなくてはいけないので、/1/式に含まれる因子を調査することから研究を開始した。まず、筆者は、「放射線利用の経済規模」調査を実施した^[2,3]。この調査の結果、プロセスの開発と改良、計測と自動化、運転、研究、品質の制御と試験、費用低減等に放射線利用が使われていることを知った。

¹ 日本原子力研究所は H17.10 に機関統合され、現在は日本原子力研究開発機構となっているが、報告者が評価対象としたのは前者であり、本文中ではそのまま原研と略称する。また統合に伴って、高崎研究所は高崎量子応用研究所と改組されたが、ここではそのまま高崎研と略称する。

² 売上額から仕入れ費用等を除いた額で産業連関表(I-O表)により算出する

³ 研究炉を使った RI の生産は原研高崎ではなく原研東海のラジオ・アイソトープ部が実施した。

3. 結果

3. 1 放射線利用の市場創出額(MCP)

原研高崎が工業及び農業分野の市場創出に関与した項目数は 31 あった。一方、原研東海が RI 製造で市場創出に関与した項目数は 4 つあった。但し、各市場の創出時期は一定ではない。

Table 1 は原研高崎が創出に関与した 31 市場のうち、代表的な 8 市場を抜き出して示したものである。

Table 1 Eight representative markets indexed by (1)~(8). They were chosen from 31 markets created in the fields of industrial and agricultural applications.

1. Cross-linking
(1) Cross-linking of rubber
(2) Cross-linking of heat resistant wire and cable
(3) Forming of poly-olefin
2. Grafting
(4) Enhanced conductivity of poly-olefin
3. Food irradiation, Radiation sterilization
(5) Food irradiation
(6) Sterilization of disposable medical equipment
(7) Sterile insect technique
4. Ion-beam application
(8) Evaluation test of space semiconductors

31 市場における放射線利用製品の売上高(revenue)は

$$\begin{aligned} \text{Revenue}_{\text{industry \& agriculture}} &= \Sigma \{31 \text{ 市場における製品の売上高}\} \\ &= 19 \text{ 兆 } 6,861 \text{ 億円または } 163 \text{ billion dollars (b\$)}^4 \end{aligned} \quad /4/$$

4 市場における RI 利用製品の売上高は

$$\begin{aligned} \text{Revenue}_{\text{RI production}} &= \Sigma \{4 \text{ 市場における売上高}\} \\ &= 709 \text{ 億円または } 0.586 \text{ b\$} \end{aligned} \quad /5/$$

RI 市場は放射線利用市場の約 0.4% であり、小規模である。異なる年から計上された売上高はデフレータ換算により 1995 年の値に統一した。放射線と RI 利用に係わる製品売上高総額は 19 兆 6,861 億円 + 709 億円 = 19 兆 7,570 億円または 163 + 0.586 = 164b\$ となる。 /6/

3. 2 R&D 寄与率

R&D 寄与率はその製品を販売する民間会社や公的機関における担当に対してヒアリングを実施した。放射線利用市場の創出は 1961 年から 1994 年と幅が広く、売上期間も 7 年から 44 年と幅があるので、R&D 寄与率は当該期間を見渡して平均的な値とした。

3. 3 原研(JAERI)による R&D 寄与率

⁴ 1\$=121yen で換算した。億円単位で表示した数値は 1.21 で除す事により million dollars(M\$)になる。例えば 19 兆 6,861 億円は 1.21 で割ると 196861/1.21=162695M\$=163 billion dollars のように換算する。逆に b\$単位で表示された単位はまず M\$にするために 1000 倍し、その後 1.21 倍すれば億円となる。本報では、単位表記を億円(兆円)と b\$(M\$)と併記した。

各市場において、原研がどの程度 R&D に関与しているかを定めるため、以下のようなパラメータを考慮した。①特許占有率、②原研から相手に対して実施した技術移転の程度、③原研と相手方との共同・協力研究の内容、④技術的関与の度合い、⑤原研施設の利用頻度と原研に派遣した研究員の頻度、⑥協力研究員の総数と原研への滞在期間、⑦設備投資の額。

3. 4市場創出額(MCP)

31 市場に対して $MCP_{\text{industry \& agriculture}} = 2.2b\$$ または約 2,653 億円、4 市場に対して $MCP_{\text{RI production}} = 68M\$$ (0.068b\$) または約 82 億円となった。両者の合計は

$$MCP \text{ earned by JAERI} = 2.3 \text{ b\$} \text{ または } 2,735 \text{ 億円} \quad /7/$$

となる。

3. 5 市場創出効果額

市場創出効果額は以下/8/式のようにになった。産業連関表では、例えばラジアルタイヤに対しては 0.51、食品照射に対しては 0.57 を使った。

$$MCE_{\text{industry \& agriculture}} = 1.125b\$ \text{ または } 1,361 \text{ 億円}$$

$$MCE_{\text{RI production}} = 0.031b\$ \text{ または } 37 \text{ 億円}$$

$$MCE \text{ earned by JAERI} = 1.155b\$ \text{ または } 1,398 \text{ 億円} \quad /8/$$

3. 6 投資資金の総額(研究費と人件費)

(1) 人件費

総務省情報局が発行するデータ⁽⁴⁾を使い、公的機関に所属する職員数と人件費は 4,573 人・年で 509M\$(619 億円)であることが分った。199 年における1職員 1 年あたりの人件費は約 0.11M\$((1300 万円)である。原研は 1967 年に職員数が 2 千人を突破してその後 34 年間の間、2 千から 2 千五百人の範疇にあった。1979 年のデフレータを 91.5 とすると 1979 年のそれは 103.7 だったので、1979 年に着目した原研人件費は、一人・年間で

$$0.11 \times 0.88 = 0.097M\$ \text{ または } \text{約 } 1,170 \text{ 万円} \quad /9/$$

である。

(2) 研究への設備投資額

原研に投資された研究費の総額を Table 2.に示す。

Table 2 Amount invested to JAERI for the R&D of radiation application and RI production

Market	(a) Personnel costs M\$	(b) Research costs M\$	Total investment (a)+(b) (M\$)
Industry and agriculture	(4,092 man・year) 396	509	905
Radioisotopes (RI)	(2,323man・year) 225	45	270
Sum	621	554	1,175

Note: (a) In the 2nd row, conversion factor is 96,700 \$/man・year.

これから、人件費と研究費を合わせた額が以下/10/式のようにになる。

Income _{industry & agriculture}	= 0.905b\$または 1.095 億円	
Income _{RI production}	= 0.270b\$または 327 億円	
Income totaled by JAERI	= 1.175b\$または 1,422 億円	/10/

3. 6 費用対効果

放射線利用に関する費用対効果として

CBE _{industry & agriculture}	= 1,125M\$/905M\$	
	=1.2	/11/

RI 利用に関する費用対効果として

CBE _{RI production}	= 31M\$/270M\$	
	=0.11	/12/

を得た。

4. 結論

工業及び農業分野において原研高崎は放射線利用の R&D を実施してきたが、その費用対効果は試算によれば 1.2 であって市場創出数は 31 である。RI 利用分野において、原研東海ラジオ・アイソトープ部が実施した R&D に対する費用対効果は 0.11 であって市場創出数は 4 である。原研は国の施策に基づいて研究活動を実施する研究機関であって、これまでにリスクが高くて複雑な業務を多々実施してきたことを加味すれば放射線利用に関する費用対効果は比較的妥当と言えよう。得られた CBE は GDP を押し上げるのに寄与した。一方、RI 製造は極めて低い CBE のため、原研における業務を停止し、その技術は地元の業者に技術移転を実施して、研究開発は終了された。

参考文献

- (1) Ministry of Economy, Trade and Industry, “The national input-output table of the Japanese economy”, (1995), [in Japanese].
- (2) Tagawa S., et al; “Economic Scale of Utilization of Radiation (I): Industry”, J. Nuclear Science and Technology. Vol.39, No.9, 1002(2002).
- (3) Kume, T. et al;” Economic Scale of Utilization of Radiation (II): Agriculture”, Vol.39, No.10, 1106(2002).
- (4) Statistics Bureau- Ministry of Internal Affairs and Communications, “Scientific Technology Report”, (1999), [in Japanese].