

資 料



わが国の放射線利用分野の経済規模について

柳澤和章

独立行政法人 日本原子力研究開発機構経営企画部
370-1292 群馬県高崎市綿貫町 1233

放射線利用分野の経済規模は4兆1117億円(平成17年度)であり、その内訳は工業利用分野が56%、農業利用分野が7%、医学・医療利用分野が37%であった。一方、エネルギー利用(54基の原発による原子力発電)分野の経済規模は4兆7410億円であった。放射線利用分野とエネルギー利用分野の比率は46%対54%となっていた。両者の合計は8兆8527億円となり、対GDP比で1.8%となっていた。

Key Words : economic scale, application of radiation, industry, agriculture, medicine, nuclear energy

1. はじめに

(社)日本アイソトープ協会等が主催する放射線従事者のための教育訓練に筆者は2年続けて講師として参加させて頂いた^{1),2)}。本報は、その講演内容をまとめ、資料として投稿するものである。

放射線利用分野の経済規模^{*1}は、どちらかというと定性的な技術論に偏りがちな放射線利用分野において、それが持つ本質的な価値を定量的に求めようとしたものである。この経済規模調査は時として思いがけない波及効果を与えてくれる。すなわち、放射線利用の費用対効果(Cost Benefit Effect ; CBE)は、投資効果と市場創出効果(Market Creation Effect ; MCE)により

$$CBE = MCE / \text{投資効果} \quad (1)$$

というように表わされるが、この分子の値を決めるには経済規模調査が必須となる³⁾。

わが国で初めて放射線利用の経済規模、及びそれに基づく原発と放射線利用の費用対効果が

公表されたのは、平成11年(1999)の科学技術庁委託調査が契機となっている⁴⁾。これは、昭和38年(1963)に原研高崎研が設置されて以来37年目にして初めてわかったという Untold story である。科技庁の調査結果に関わる概要は、本誌「総説」として投稿された⁵⁾。平成19年(2007)になって、内閣府・原子力委員会による委託調査が行われ、その結果の一部は原子力白書等によって広く公開された⁶⁾。筆者が以下に報告する内容は、それら2回に亘って実施された委託調査の結果に基づいている。オリジナルの調査結果は膨大なため、本報では放射線従事者の皆様が興味を持つと思われる幾つかの分野に話題を絞らせて載っている。

2. 調査の範囲と目的

2・1 調査の範囲

本報では、放射線利用と原子力エネルギー利用(原子力発電)を二本柱とし、それを合わせたものを原子力利用と定義した。放射線利用は多くの場合工業利用、農業利用及び医学・医療利用に分けられる。この区分は大まか過ぎて実際の経済活動がわかりづらいので、更に細分化する。すなわち、工業利用は、

*1 Economic scale of utilization of radiation.

照射設備、
放射線計測機器、
非破壊検査、
放射線滅菌、
高分子加工、
半導体加工、

といった6分野に、
農業利用は

照射利用（食品照射、害虫駆除、滅菌）、
突然変異育種、
RI利用・放射能分析、

といった3分野に、
医学・医療利用は

保険内（医科・歯科）、
自由診療、

の2分野に、それぞれ分けた*2。この11分野の経済規模を捕捉するため、国内26人の専門家に協力を仰いだ。

経済規模調査は、公開された統計資料を多用するが、それらの多くは年ではなくて年度表示なので、データは基本的には年度となる。問題なのは、統計資料が必ずタイムラグを伴うことである。対象分野の統計資料を同じ切り口（年度）で評価するには、少なくとも調査年度の2年前に遡らなければならない。したがって、調査を平成19年度に実施した場合、得られる放射線利用の最新情報は平成17年度のものとなる。以後の記述では、断りなしに平成17年度のデータを中心に記述し、必要があれば、平成9年度データを補足した。読者は古いと考えられるかも知れないが、わが国に関する最新データは現在までのところこれしかない。

2.2 調査の目的

スポンサーである内閣府（原子力委員会）は政策実施者としての立場から、調査結果を放射線利用の最近動向として捉え、原子力長期計画（政策大綱）の策定、原子力白書等に使う目的で調査を実施した*3。

3. 調査結果

3.1 わが国における原子力利用

昔から「放射線利用と原子力エネルギー利用は車の両輪の如く発展している」と多くの文献に引用されて来たが、本当だろうか？ 図1は、わが国における原子力利用の経済規模である。これを見るとその言い伝えはどうか？ 図1は、わが国における原子力利用の経済規模である。これを見るとその言い伝えはどうか？ 図1は、わが国における原子力利用の経済規模である。これを見るとその言い伝えはどうか？

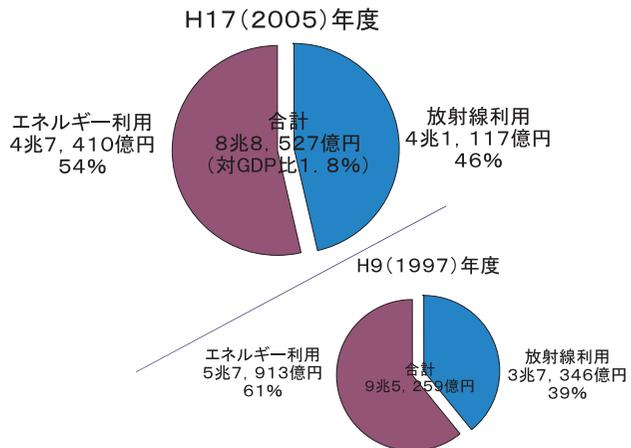


図1 わが国における放射線利用（工業＋農業＋医学・医療）と原子力発電（電力需要端＋機器輸出）の経済規模：平成17年度（左上）と平成9年度（右下）

*2 別の柱の一本である原子力エネルギー利用（原子力発電）は、国内電気売上と原発関連機器の輸出分でまとめる。しかし、本報では詳細な記述は省略した。

*3 日本原子力研究所（以下、原研）としては、得られた結果に対して理論的考察を深め、原子力発電（原発）と放射線利用に関わる原研費用対効果試算等に転用した。

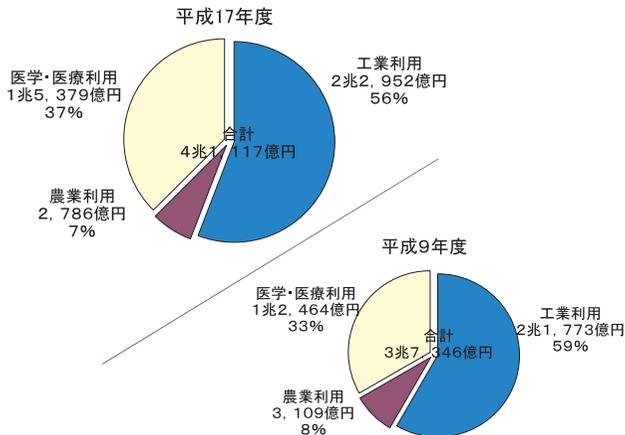


図2 放射線利用分野（工業，農業，医学・医療）の経済規模：
平成17年度（左上）と平成9年度（右下）

は8兆8527億円であり，対国内総生産（Gross Domestic Product, GDP）比で1.8%である。

3.2 わが国における放射線利用

さて，放射線利用を分野別に鳥瞰すると，どのような分布が得られるのであろうか。図2がその結果である。放射線利用約4兆円の内訳は，工業利用56%，農業利用7%，医学・医療利用37%である。この割合は，平成9年度のものともあまり変わらないが，総額では約3.7兆円から約4.1兆円に増加している。すなわち，細部では費目に浮き沈みがあるものの全体としては，依然として活動が上向いている。

3.3 放射線利用におけるRI装備機器に対する考え方

放射線業務従事者の方々は，「RIを語らずして放射線利用を語ることなかれ」とお思いであろう。筆者も賛成である。A.E.ウォルターが，その著書で強調しているように，現代生活で放射線利用しない製品はほとんどありえない⁷⁾。ところが以下で説明するように，放射線利用の経済規模となると，このRIの存在が何とも調査を難しくしている。

3.3.1 RI利用で生じる付加価値

筆者らが行った放射線利用の経済規模調査は，単年度における放射線利用製品の工場出荷額の捕捉が根底にあって，ヒアリングや統計資料を駆使しての実体経済規模の全容を知ろうとする。この手法は，実際の所，放射線利用の恩恵(Benefit)，すなわち付加価値は上手く説明できない。

恩恵を上手く説明する手法として「ある・なし」法がある。放射線を利用した製品価格と，放射線を利用しないで製造した同一機能を持つ製品の価格を直接比較する方法である。ところが，実経済においては，弱いものすなわち製品価格の高いものは市場から駆逐されてしまっているため，「ある・なし」法で比較しようにもデータがない。つまり，この手法で経済規模を追跡しようと思うと必ず失敗する。

筆者が持つ「ある・なし」法調査成功例を図3に示す*4。これは，RI機器(¹⁴⁷Pm, ⁸⁵Kr)による β^- ・ γ 線透過減衰を利用した製紙工業におけるB/M計(秤量/水分計測器)の利用例である。「ある・なし」で比較したRI機器の放射線利用付加価値は1.4億円/年・台であった。パルプ原料の節約(30%)，蒸気節減(13%)，生産量増大(51%)及び操業効率改善(6%)がその内訳である。

図4は，放射線厚さ計(¹⁴⁷Pm, ⁸⁵Kr, ⁹⁰Sr)を使ったわが国の製紙工業における紙類の生産総額であり，筆者らが統計データから求めた。これによれば，総額は1.7兆円あり，コート紙(28%)，新聞巻取紙(24%)，段ボール原料(24%)，クラフト紙(15%)，ティッシュペーパー(7%)，上質紙(2%)がその内訳である。読者は，この1.7兆円(RI利用しないものも合わせると国内総額は3.2兆円)をRI厚さ計の製

*4(有)応用量子計測研究所長富永洋氏と横河電機の協力による成果(平成12年)。

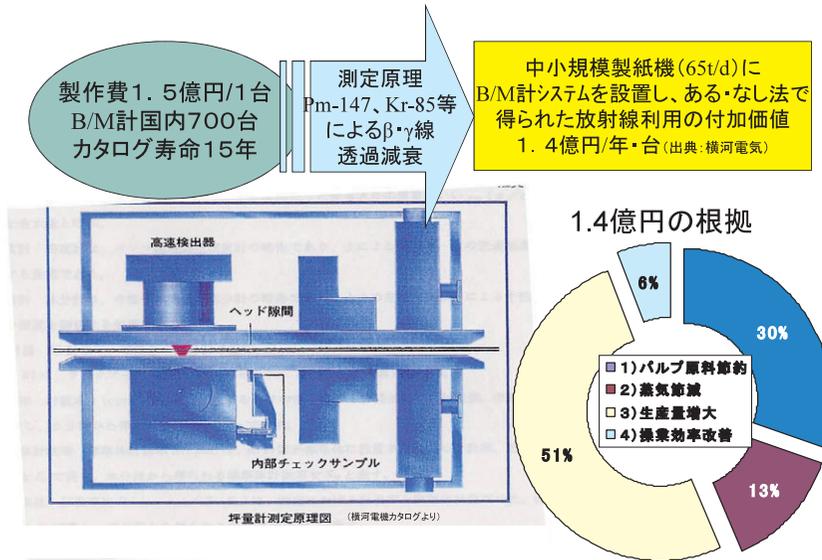


図3 放射線利用で生じる付加価値：製紙工業における秤量/水分 (B/M) 計測器

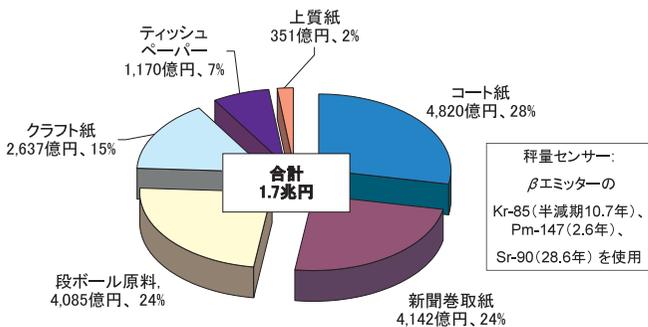


図4 放射線厚さ計を利用した紙類の生産 (平成9年度)

紙工業における経済規模として計上できるであろうか。筆者は不可能と判断した。何故なら、紙という工業製品 (1.7兆円) に対する RI 厚さ計の寄与率 (価値の付加率) が算出できないのである。RI という魔法の水一滴を振りかけると製品の付加価値は大きく膨らむが、魔法の水一滴の価値を問われるとわからないのである。しかも、魔法の水は1年で枯れることはなく、その寿命 (カタログ寿命) は15年も続く。

RI 装置機器は、製紙工業、鉄鋼業、航空機産業、石油産業、建設業等で網羅的に使用されているが、寄与率を含めた経済規模が算出でき

ない。勿論、RI 計測機器自身には値段があるが、これは経済規模調査が対象とする製品価格ではない。

この困難な問題を幾らかでも解決する打開策として筆者らが考えたのは、放射線利用製品のうち放射線利用部分が識別可能な製品に対しては、その放射線利用部分の割合を寄与率に置き換えるというものである。この

考え方で寄与率が算出できたのは、自動車のラジアルタイヤと半導体である。両者はいずれも工業利用に含まれ、その経済規模は当初5兆円及び1兆円と大きかった。寄与率適用で、どのように減額されたのかをラジアルタイヤの例で見よう。

3・3・2 ラジアルタイヤの工場出荷額

図5に示すように、ラジアルタイヤは製造ラインの初期段階で、カーカスプライとインナーライナーの部分に電子加速器で照射される。その箇所だけが放射線利用されるだけなので、当該部分のゴム価格を次のように求めた。

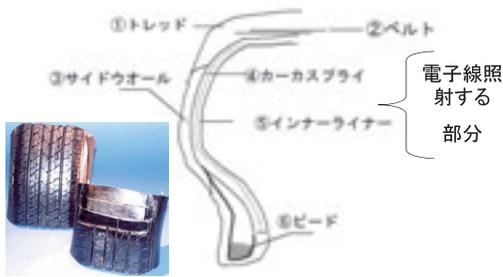


図5 ラジアルタイヤに対する放射線寄与率の算定

ラジアルタイヤの照射部分ゴム価格

$$= \text{ゴム量} \times (\text{カーカスプライとインナーライナーの重量割合}) \times (\text{天然ゴム使用割合} \times \text{単価} + \text{合成ゴム使用割合} \times \text{単価}) / (\text{天然ゴム使用割合} + \text{合成ゴム使用割合}) \times \text{ラジアル化率} \quad (2)$$

乗用車のゴム価格は

$$342\,992 \text{ t} \times 1\,000 \text{ kg/t} \times (11.8/100 + 12.4/100) \times (258 \text{ 円/kg} \times 14/100 + 287 \text{ 円/kg} \times 27/100) / (14/100 + 27/100) \times 0.965 = 224 \text{ 億円} \quad (3)$$

となる。同様に、小型トラックでは62億円、トラック・バスで91億円と求められる。これらの足し合わせによるラジアルタイヤ工場出荷額は337億円である。ゴム製品統計年報よりタイヤ総売上額は10346億円なので、放射線寄与率は

$$337 \div 10\,346 \times 100 = 3.3\%$$

となる。

平成9年度調査では(2)式ではなく、ラジアルタイヤ工場出荷額として、

$$\text{タイヤ総売り上げ} \times \text{ラジアル化率} (\text{全タイヤ製品に対するラジアルタイヤの製品割合}) = 10\,346 \text{ 億円} \times 0.965 = 9\,983 \text{ 億円} \quad (4)$$

のように算出していた。当時はこのやり方しか思い浮かばなかったのでそうしていたが、額は

あまりに大きすぎるという多くのクレームが原子力委員会等から出された。平成17年度データについては(4)式を(2)式に変更して用いた。ラジアルタイヤと同じ考え方が半導体にも適用され、大きな減額となった*5。

3・3・3 RI 装備機器使用製品

ラジアルタイヤと半導体には放射線利用率が適用された。一方、RI 装備機器使用製品、すなわち紙、プラスチック、鉄鋼板、航空機、タバコ、高速道路等は、放射線利用として非接触の透過原理が使われたりしているため、放射線利用率が適用できなかった。そのため、国内にある299の放射線利用事業所にアンケートを実施し、この結果から国内2000事業所といわれている放射線利用事業所の実態を推定した(結果は3・4・2を参照)。

3・3・4 原発を使った電気

原子力エネルギー利用の経済規模は単純明快である。すなわち、中性子で照射した燃料棒の発熱(核分裂)によって蒸気が発生し、それがタービンを回すことで電気が生まれる。したがって原子力エネルギー利用で発生した電気は、放射線利用率100%と言っても言い過ぎではない。このように単純なものに対して、利用率が明らかでないRI 整備機器利用製品の工場出荷額を持ち込んで、両者の経済規模比較をしようとすると、エネルギー利用側から比較のための土俵が同じではないという批判を受けることになる。この批判は正しい。

3・4 放射線工業利用の経済規模

3・4・1 放射線工業利用の経済規模

図6は、放射線工業利用の経済規模を代表6分野について示したものである。全体2兆3492億円に対して、半導体加工(60%)、照射設備(20%)、放射線滅菌(7%)、非破壊検査(5%)、放射線計測機器等(4%)、高分子加工(4%)となる。この総額は、平成9年度の2兆1139

*5 半導体に関する放射線寄与率は25%である。

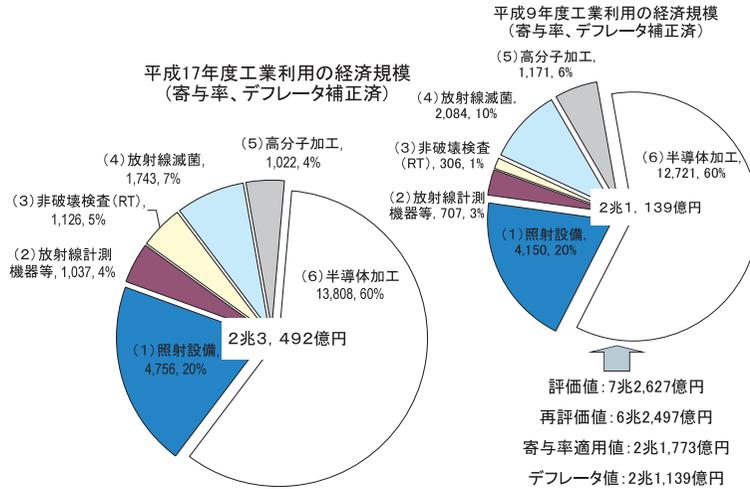


図6 放射線工業利用の経済規模 (左:平成17年度, 右:平成9年度)

表1 工業利用分野と医学・医療利用分野における照射設備 (平成9年度, 平成17年度)

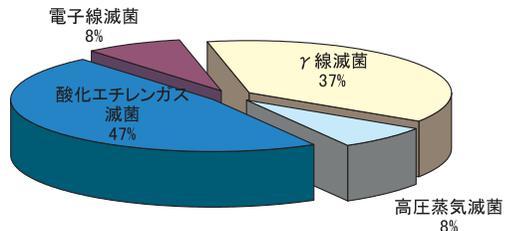
照射設備	(億円)	
	平成9年度	平成17年度
コバルト施設	8	24
電子加速器	266	26
イオン加速器	290	349
(1)工業利用	564	398
診断用X線装置	1,991	2,144
画像診断用核医学装置	99	256
検査用核医学装置	2	3
放射性同位元素治療装置	17	1
医療用密封同位元素	4	17
治療用粒子加速器	104	96
医療放射線関連装置及び製品	1,368	1,840
(2)医学・医療利用	3,585	4,358
(1)+(2)	4,150	4,756

数値はデフレータ補正し、比較可能なものとしてある

億円よりも約1割増加している。平成9年度のデータには、参考として、四つの異なる総額が示されている。評価値は算出したそのままの値、再評価値は平成17年度調査の結果を受けて一度見直した値、寄与率適用値はラジアルタイヤと半導体に寄与率を適用した後の値、そしてデフレータ値とは平成12年度を基準としたデフレータ補正値を用いて、平成17年度と経済学的に対等な比較が行えるよう工夫した値である。

表1は照射設備に関する詳細である。工業利用における照射設備はコバルト施設、電子加速器及びイオン加速器の三つである。平成9年度

平成17年度:大手12社の減菌総額3,760億円
放射線利用部分:45%



平成9年度:大手12社の減菌総額3,405億円
放射線利用部分:63%

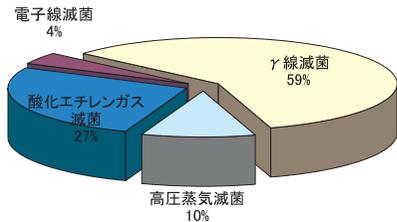


図7 放射線減菌(上:平成17年度, 下:平成9年度)

調査では医学・医療利用における機器を工業利用で取り扱った経緯があり、今回もそれになった。ここでは、平成9年度と平成17年度の直接比較が可能なように、デフレータ補正値が用いられている。最近では、診断用X線装置等医学・医療分野での照射設備に関わる経済規模が飛躍的に大きく(4358億円)、工業利用(398億円)の約11倍もある。

図7は放射線減菌分野の経済規模であり、電

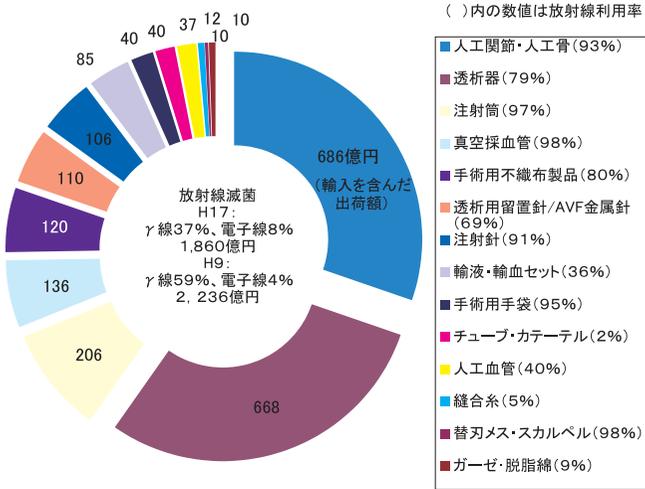


図8 使い捨て医療用具の経済規模と放射線利用率

子線及びγ線利用である。この滅菌分野の総額は3760億円であり、酸化エチレンガス(47%)、γ線(37%)、電子線(8%)、高压蒸気(8%)が内訳である。電子線とγ線による放射線滅菌は平成9年度が63%、一方平成17年度は45%と下降した。これは、高付加価値のある製品を放射線ではなく酸化エチレンで滅菌するという戦略転換があったり、海外への工場移転があったりしたことが原因である。図8に示すように、使い捨て医療用具には、放射線利用率が非常に高いものが多数ある。

表2は高分子加工に関する経済規模である。筆者が駐在する原子力機構高崎量子応用研究所は、創立当初からこの分野での研究が多かった。高付加価値で利潤が見込めるラジアルタイヤや電線等は民間に拠点に移り、現在は1億円に満たない新規の分野で研究開発が推進されている。

3.4.2 放射線事業所へのアンケート

原子力発電所は約12万人の従業員を抱えている。それでは、わが国の放射線業務従事者は一体どの位居るのであろうか。

日本アイソトープ協会が取り扱う統計データによれば、放射線利用事業所は全国で約2350(平成18年度)、そのうち民間事業所数は約2000であるとされている。筆者らが民間299

表2 放射線を利用した高分子加工とその経済規模

(1)放射線架橋	
・電線、ケーブル	219億円
・ラジアルタイヤ、ゴム	1,678億円
・発泡プラスチック	176億円
・熱収縮チューブ、フィルム	165億円
・超耐熱性SiC繊維	0.9億円
・ハイドロゲル	0.5億円
(2)放射線分解	
・PTFE (ポリテトラフルオロエチレン)	5億円
(3)放射線グラフト重合	
・電池隔膜	25億円
(4)放射線硬化	30億円

社にアンケート調査したところ*6、平成17年度における全従業員数と放射線業務従事者数は、それぞれ57340人と2825人であった。これに基づいて線形的に推定した国内総数は

$$2000 \text{社} \times 2825 \text{人} / 299 \text{社} = \text{約} 1 \text{万} 9 \text{千人} \quad (5)$$

である。わが国では約2万人が放射線業務従事者として働いていると推定する。

図9は、雇用状況に関する調査結果である。アンケート回答会社の中で300人を越えるような放射線業務従事者を抱える会社はなく、約200~250人が最大数であった。この放射線業務従事者数というのは、大会社の中の一部分である場合と、中小企業の会社全体である場合とが混在した。84社に所属する2825人(平均従事率12%)が今回アンケートに回答した実数である。

図10は、非破壊検査、放射線加工、RI放射線応用測定機器、放射線防護用設備機器、放射線発生装置という分類で放射線業務従事者数あたりの売上を示す。年間売り上げ数億の企業がほとんどである。傾向的に平成9年度に比べ平成17年度の売上が増えているのがわかる。中

*6 平成9年度、平成17年度と2回に亘って全く同じ質問内容を持ったアンケートを実施した。

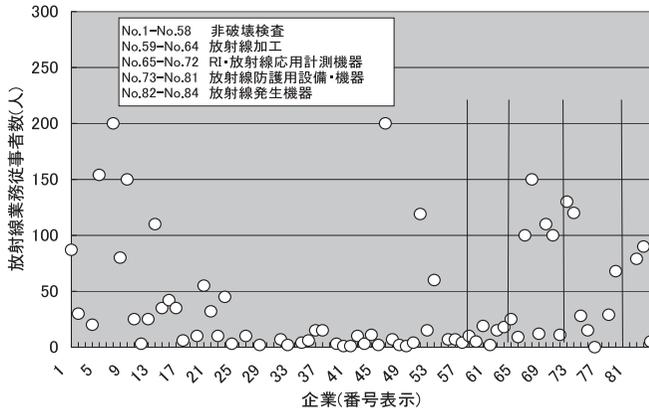


図9 84 企業体における放射線業務従事者数：2 852 人

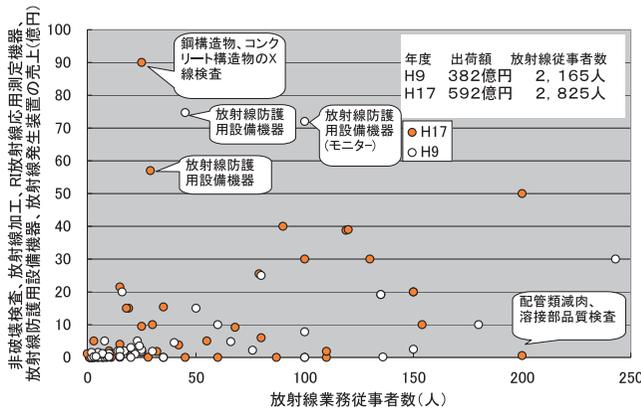


図10 放射線業務従事者数と放射線関連機器の売上高 (平成9年度と平成17年度を同時プロット)

小企業でも、飛びぬけて売上の高い企業も存在する。10社（日本原電(株)も含む）で営業を行う電力会社とはその様相が大いに異なるのがわかる。

3.5 放射線農業利用の経済規模

図11は、放射線農業利用の経済規模を代表的な分野について示したものである。全体2851億円に対して、イネ(89%)、放射能分析(5%)、害虫駆除(2%)、殺菌(1%)、その他(3%)等が内訳である。放射線農業利用はイネによる突然変異育種が全てといっても過言ではない。総額的には、平成9年度の3019億円に比較して約6%減少した。

3.5.1 突然変異育種—青森編

筆者は、平成20年(2008)2月に、青森県五所川原市にある「五所川原はつらつ虹の会」に招かれて放射線利用の話をさせて頂いた。この時、折角だからと青森県と関係のある突然変異育種を事前に勉強した。

表3は、放射線を使って直接作られた品目に関する国内全数と青森県由来数(左側)、及び突然変異として誘発した特性の優れた遺伝子を交配育種に利用した間接利用品目の全数と青森県由来数(右側)である。青森県における直接利用には、キク、ダイズ、イネがあり、間接利用はイネ27品目のみである。表4は、間接利用青森県由来イネの27品目の一部を示した。

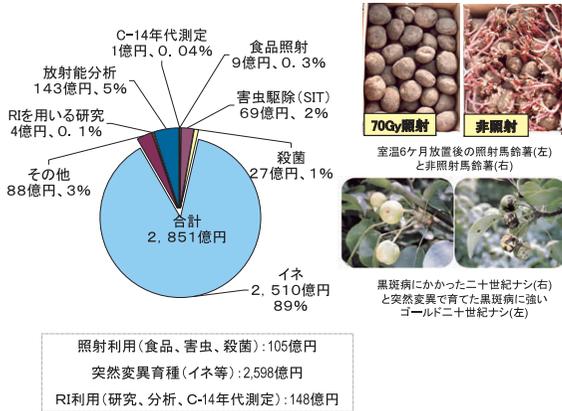


図 11 放射線農業利用の経済規模

表 3 突然変異育種—青森編

順位	品目	直接利用		順位	品目	間接利用	
		全数	青森			全数	青森
1	キク	46	1	1	イネ	187	27
2	ダイズ	16	2	2	ダイズ	8	0
3	イネ	14	1	3	オオムギ	7	0
4	エニシダ	8	0	4	トマト	3	0
5	カーネーション	7	0	5	コムギ	1	0
6	スターチス	6	0	6	ハトムギ	1	0
7	ペチュニア	6	0	7	イグサ	1	0
8	ゴボウ	5	0	8	シバ	1	0
9	バラ	5	0	9	エリンギ	1	0
10	シバ	5	0				

その中に青森県農業試験場で交配された「つがるロマン」と「ゆめあかり」がある。読者が青森市ホームページ農林業情報を開けば、図 12 のように、五所川原市で栽培されている主要米が紹介されていることに気づくであろう。なんと二つとも突然変異育種の間接利用米である。更に加えて、筆者が当日宿泊した宿では「つがる

ロマン」が夕食に出され、何故か理由無く感動した覚えがある。放射線による恩恵は、食に結びつくと感動が倍増するらしい。

3・5・2 食品照射—世界編

食品照射という毛嫌いする方も居るらしい。筆者に言わせて戴けば、例えば照射馬鈴薯は衛生的だし、実際に食べてみると美味しい。できれば土幌農協から毎日でも購入したいと思っているが、その量 8000 トン (13 億円) は全国馬鈴薯総量の 2% にも満たない。とても十分な供給量とはいえない。せめて放射線利用の専門家には特別配給して戴けないかと思っている。

農業利用の専門家によれば、照射食品の処理量総量は世界で約 40 万トンだそうである。この数値は専門家であれば大方が知っている数値ということである。とても信じられない話であるが、その 40 万トンをお金に換算すると幾らになるのか、長い間専門家でもわからなかったらしい。表 5 に示すとおり、それは 1 兆 6 137 億円であることが今回の調査で初めてわかった。現地に行かないと商品価格がわからないこと、対象国の貨幣価値が全部違って一律に揃えるのが難しいことなど、調査は難しかった。同じコココーラでも、中国の 10 元コーラと日本の 110 円コーラをどのように正確に足し算するのか、確かに聞いてみると難しい。この辺りの苦労話は既に久米民和氏が Isotope News 誌に報告しているので詳細は省略する⁸⁾。

表 4 青森県の突然変異育種によるコメの間接利用品種 (27 品種中の 8 品種)

種類	育成品種名	種子親	花粉親	突然変異系統由来	育成年次	育成地
イネ	まいひめ	青系69号	ふ系130号*	コシヒカリ/レイメイ//ふ系104号	1993	②
イネ	ユメコガネ	ゆきひかり	ハツコガネ*	ハツコガネ参照	1995	②
イネ	はまゆたか	ふ系115号×奥羽321号*	ふ系140号(キタオウ)**	*レイメイ由来、**キタオウ参照	1995	②
イネ	つがるロマン	ふ系141号*	あきたこまち	レイメイ由来	1995	①
イネ	いでゆもち	藤もち773*	わせとらもち	レイメイ由来	1996	②
イネ	ゆめあかり	あきたこまち	青系110号*	レイメイ由来	1999	①
イネ	おしまこ180	道北43号(NM391*/インカリ)	ふ系144号**	*レイメイ由来、**ニホンマサリのγ線照射	1999	①
イネ	チヨノモチ	奥羽糯317号*×ふ系141号*	ふ系143号**	いずれもレイメイ由来;後のヤマウタ	2000	②

注意:①青森県農試、②青森農試藤坂支場、③青森県農業総合研究センター藤坂稲作研究部

五所川原市で栽培されている主なお米

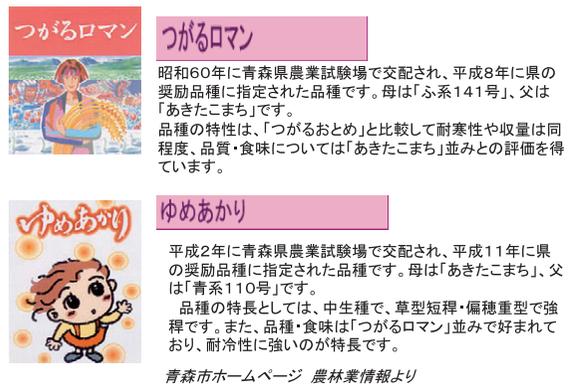


図 12 青森県五所川原市で栽培されている美味しいコメ (つがるロマンとゆめあかり)

筆者にとってなにより残念なのは、世界の多くの開発途上国に、この技術が行き渡っていないことである。かの国こそ、食料の長期保存(食品照射による腐敗防止)等で食品照射の技術が是非とも必要なのではなかろうか。一方の先進国フランスでは、トリ肉、カエル脚、香辛料を照射して美味しいフランス料理に供している。米国ではトリ肉や果実に照射して病気による死亡率を下げ、トロピカルフルーツの美味しいものをそのまま本国でも味わっている。わが国でも、馬鈴薯だけでなくせめて香辛料、トリ肉と果実位は自前照射し、世界の食品照射大国に仲

間入りしたいものである。

3・6 放射線医学・医療利用の経済規模

医学・医療に関する放射線利用経済規模は、工業や農業のようにはいかない。その状況は RI 機器によく似ていて、放射線によって恩恵を受けたヒトの価値(経済規模とは言いにくいのでここでは価値)が算定できない。RI 検査での病巣発見、CT 等の画像診断機器を使ったガン発見、放射線治療でのガン除去等色々医療行為は存在するが、恩恵を受けたヒトの存在と経済規模は結びつけようが無い。そこで、放射線を使った検査、診断、治療の結果、病院が得た収入(保険診療報酬額)で評価した。

$$\begin{aligned} & \text{保険診療報酬額} \\ & = (\text{医療点}) \times 10 \text{ 円/点} \times 12 \text{ か月} \times \\ & \quad (1.46 \sim 1.77) \times 0.04 \text{ DPC} \end{aligned} \quad (6)$$

ここに、医療点は厚生労働省が発行する社会医療診療行為別調査から得た点数、そのデータは 1 か月分しかないので 12 倍して年度換算する。(1.46 ~ 1.77) は社会医療診療行為別調査データが国全体の医療費に対して 6 割程度の把握率しかないという経験則に基づく補正值である。DPC*7 は、診断群分離による包括評価と呼ばれ、[検査、画像診断、投薬、注射、措置、入

表 5 世界の食品照射

	国	照射食品	処理量 トン	経済規模	
				現地価格	億円
1	中国	にんにく、香辛料、穀物	146,000	4,172百万中国元(CNY)	2,321
2	米国	肉、果実、香辛料	92,000	7,316百万米国ドル(USD)	8,493
3	ウクライナ	コムギ、オオムギ	70,000	1.4百万フリヴニャ(UAH)	100
4	ブラジル	香辛料、乾燥ハーブ、果実	23,000	2,348百万ブラジルリアル(BRL)	2,185
5	南アフリカ	香辛料、その他	18,185	4,110百万南アフリカランド(ZAR)	1,658
6	ベトナム	冷凍エビ	14,200	213百万米国ドル(USD)	247
7	日本	馬鈴薯	8,096	1,255百万円	13
8	ベルギー	カエル脚、トリ肉、エビ	7,279	113百万ユーロ(EUR)	157
9	韓国	乾燥農産物	5,394	161,820百万韓国ウォン(KRW)	272
10	インドネシア	冷凍食品、乳児食、香辛料	4,011	355,475百万インドネシアルピア(IDR)	117
11	オランダ	香辛料、乾燥野菜、トリ肉	3,299	136百万ユーロ(EUR)	183
12	フランス	トリ肉、カエル脚、香辛料	3,111	62百万ユーロ(EUR)	80
13	タイ	香辛料、発酵ソーセージ	3,000	636百万タイバーツ(THB)	60
14	インド	香辛料、タマネギ	1,600	376百万インドルピー(INR)	46
15	カナダ	香辛料	1,400	56百万カナダドル(CAD)	52
16	イスラエル	香辛料	1,300	1.1百万イスラエル新シェケル(ILS)	45
17	その他		2,929		107
	合計		404,804		16,137

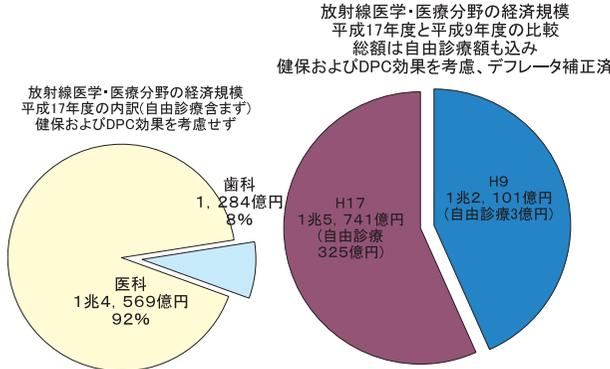


図 13 放射線医学・医療利用の経済規模

院] といった項目に個別ではなく、一括して保険料を請求するという考えに基づくものであり、0.04 DPC で放射線に関わる費用を算出する。但し、歯科には DPC の適用は無い。また、自由診療は関係各位に対するヒアリングの積み重ねで診療報酬額を求めた。

話は難しくなったが、得られた結果は至極単純で図 13 のようになる。図の右側は、平成 17 年度と平成 9 年度の保険診療費を円グラフで対比させたものである（自由診療費込み）。平成 9 年度の 1 兆 2 101 億円に対して平成 17 年度は 1 兆 5 741 億円と約 30% 増加した。この著しい増加に自由診療報酬の増加（3 億円から 325 億

円）が少なからず寄与している。図の左側は、平成 17 年度保険診療報酬の内訳で、ほとんど（92%）は医科で、歯科は 8% である。

図 14 は、医科ではどのような診療項目に放射線が多く使われているかを示したもので、画像診断（1 兆 3 600 億円）> 放射線治療（1 000 億円）> RI 検査（0.5 億円）の順になっている。患者の皆様が病院でよく使われる MRI 検査（1 900 億円）は磁気による検査であって、筆者は放射線の範疇には含めないが、参考として図に含めた*8。画像診断が放射線治療としては圧倒的に大きい。更にそれを細分化すると、CT 撮影診断（7 200 億円）、X 線単純撮影（4 600 億円）というような内訳になっている。CT 撮影による診断はわが国のお家芸である。

図 15 は左上部分で、自由診療報酬の額を平成 9 年度と平成 17 年度に分けて示した。いずれも最近になって著しく需要の出た診療項目であることを示す。この中でホウ素中性子捕捉療法（BNCT）は原研 JRR-4 や京大炉で実施されているが治験扱いのため額は出していない。図の右側部分では、ガン粒子線治療の年度別変化を示している（筑波大での陽子線治療は治験

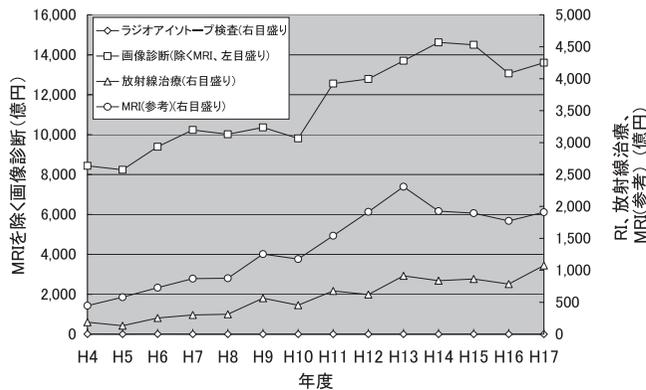


図 14 医科における放射線利用経済規模(保険診療の年度別推移)

*7 Diagnosis procedure combination の略語。

*8 米国では MRI も放射線治療の範疇に含めることがある。

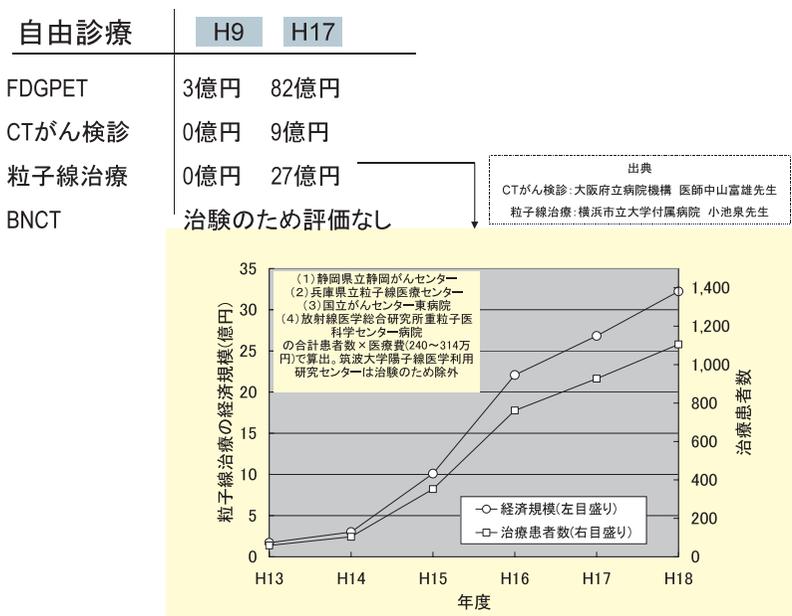


図 15 自由診療の経済規模 (上), 粒子線治療の経済規模 (下)

扱いだっただので省略)。急激な右肩上がり患者数が増え、それに伴って診療報酬費も増加している。

4. おわりに

放射線利用は、有形無形の形で国民の福祉や生活の質の向上のために使われている。それが与える恩恵をできるだけわかりやすい形で国民に理解してもらうため、放射線利用の経済規模調査を行った。その結果、工業、農業、医学・医療を合わせた放射線利用分野の経済規模は4兆1117億円であることが判明した。一方、エネルギー利用は電気の供給という形をとって国民の生活基盤の構築に使われる。その経済規模は4兆7410億円であることが判明した。原子力利用の経済規模(両者の合計)は8兆8527億円となり、わかりやすく対GDP比で示すと1.8%(平成17年度)となる。

謝 辞

本報は、科学技術庁が日本原子力研究所に委託した「平成11年度放射線利用の国民生活に

与える影響に関する研究」及び内閣府が(独)日本原子力研究開発機構に委託した「平成19年度放射線利用の経済規模に関する調査」より得られた成果の一部を、科学技術庁(当時)と内閣府のご承諾を得て発表したものです。調査は筆者以外に25人の専門家により実施されました。本報執筆に関し上記専門家以外の方々からもデータの提示を戴きました。これまでに関係各位から得られた数々の助言と励ましに感謝致します。

文 献

- 1) 柳澤和章, 放射線利用の経済規模について, 密封・非密封事業所を対象とした平成21年度放射線業務従事者のための教育訓練講習会II, 京都大学放射線同位元素総合センター教育訓練棟, テキスト, pp.23-35(2009)
- 2) 柳澤和章, 放射線利用分野の経済規模について, 平成22年度主任者部会年次大会(第51回放射線管理研修会), 京都テルサ, 要旨集, pp.85-90(2010)
- 3) Yanagisawa, K., Evaluation of nuclear knowledge management: an outcome in JAERI, *Int. J. Nu-*

clear Knowledge Management, Vol.2, No.2, 91-104 (2006)

- 4) 日本原子力研究所, 放射線利用の国民生活に与える影響に関する研究 報告書 (科学技術庁委託事業), 平成 12 年 3 月
- 5) 柳澤和章, 久米民和, 幕内恵三, 放射線利用の経済規模, *RADIOISOTOPES*, **50**, 581-590 (2001)
- 6) 原子力委員会, 平成 19 年版原子力白書 <http://www.aec.go.jp/jicst/NC/about/hakusho/hakusho2007/index.htm>, 〈概要〉p.9, 〈第 3 章〉pp.121-125 (2008)
- 7) A. E. ウォルター, 放射線と現代生活, ERC 出版, 東京 (2006)
- 8) 久米民和, 私の RI 歴書—食品照射と生物資源の放射線利用, *Isotope News*, 2009 年 2 月号, 20-23 (2009)

Abstract

Economic Scale of Utilization of Radiation in Japan
Kazuaki YANAGISAWA : Policy Planning and Administration Department, Japan Atomic Energy Agency, 1233 Watanuki-machi, Takasaki-shi, Gunma Pref. 370-1292, Japan

The economic scale of the application of radiation was 37 308 million dollars (M\$), where the share was 56% for the industry, 7% for the agriculture and 37% for the medicine. The economic scale of the nuclear energy generated by 54 nuclear power plants was 43 018 M\$. The share of the application of radiation was 46% and that of the nuclear energy was 54%. The total economic scale was 80 300 M\$ or 1.8% of the GDP in 2005.