

第56回日本社会医学会総会

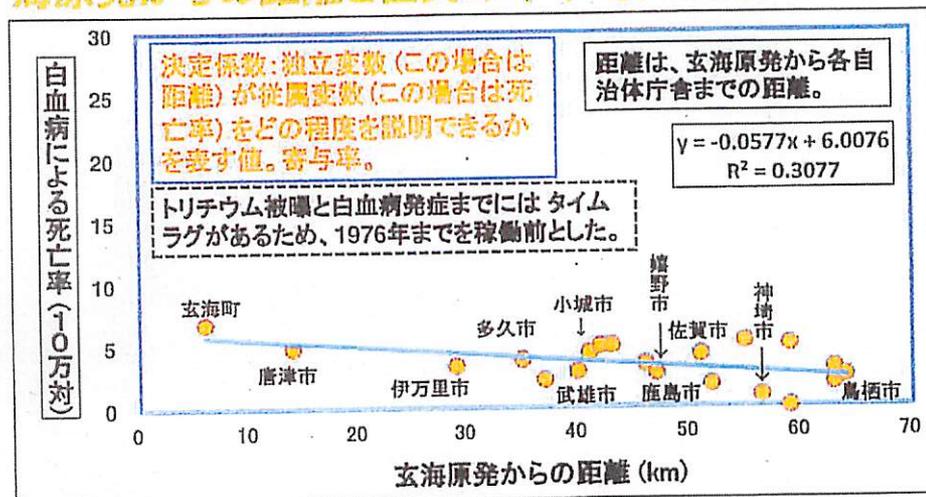
日時: 2015年7月25・26日

会場: 久留米大学 旭町キャンパス

玄海原発と白血病の 関連の検討

元・純真短期大学
森永 徹

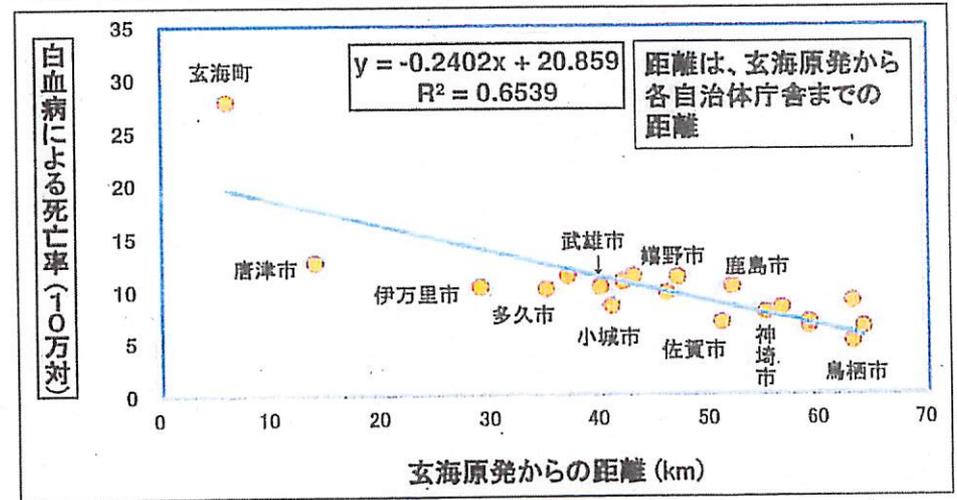
原発稼働前(1969~1976年)の佐賀県内自治体の玄海原発からの距離と住民の年平均白血病死亡率



相関係数 $R = -0.5547$
決定係数 $R^2 = 0.307$

相関係数の有意性の検定 $p = 0.011$
(死亡率の出典: 佐賀県人口動態統計)

原発稼働後(2001年~2012年)の佐賀県内自治体の玄海原発からの距離と住民の年平均白血病死亡率



相関係数 $R = -0.8086$
決定係数 $R^2 = 0.6539$

相関係数の有意性の検定 $p < 0.001$
(死亡率の出典: 佐賀県人口動態統計)

甲B第135部

玄海原発稼働前も玄海町、唐津市では白血病死亡率がやや高いが、それは“日本人集団の二重構造説”で説明できる

玄海原発稼働前も玄海町、唐津市では白血病死亡率がやや高い。これは成人T細胞白血病(ATL)が原因と考えられるが、この要因として日本人集団の二重構造が考えられる。“日本人集団の二重構造”とは、東南アジア系の縄文人がいた日本列島に、弥生時代以降に北アジア系の弥生人が渡来したことによる二重性のことであり、両者は徐々に混血したが、その過程は現在も進行中である(壇原和郎・日本人のルーツ, 日本老年医学会雑誌, 1993)とされる。成人T細胞白血病(ATL)の原因ウイルス、HTLV-1の感染率が高く沿岸部で採集生活する縄文人に対し、HTLV-1感染率が低く内陸部で農耕生活する弥生人が存在したことによる二重構造であり、この影響が現在も残っていると考えられる。

ただ、玄海原発からの距離と白血病死亡率の関係を示す回帰式は、 $y(\text{白血病死亡率}) = -0.0577x(\text{玄海原発からの距離}) + 6.0076$ であり、玄海原発に17.3km近づく毎に10万人当たり1人、白血病死亡率が増加するという極わずかな影響でしかない。

原発稼働後、玄海町と唐津市の住民の白血病死亡率は急激に上昇している

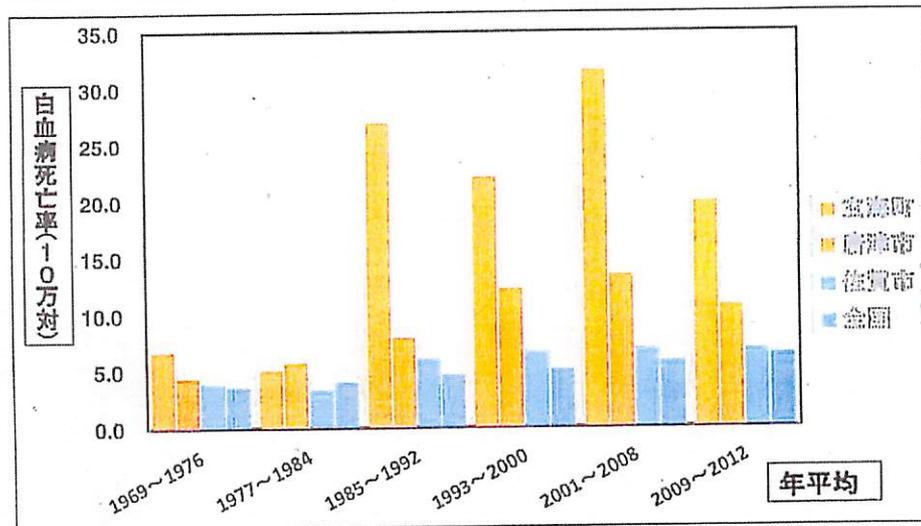
最近12年間の佐賀県内自治体毎の住民の年平均白血病死亡率と玄海原発からの距離との関係は、稼働前と比較すると負の傾きが大幅に大きくなっている。両者の関係を示す回帰式は、 $y(\text{白血病死亡率}) = -0.2402x(\text{玄海原発からの距離}) + 20.859$ であり、玄海原発に4.1km近づく毎に10万人当たり1人、白血病死亡率が増加するというものとなった。稼働前と比較すると4倍以上の増加率となっている。この間、住民のHTLV-1の感染率は減少しており、ATLVによる死亡率の増加とは考えられない。そのほかにこの要因として考えられるものは見当たらず、玄海原発の影響が強く示唆される。

全国、佐賀市と比較すると、原発稼働10年後には玄海町と唐津市の住民の白血病死亡率は急激に上昇している

玄海町と唐津市の8年毎の年平均の白血病死亡率を佐賀市、全国と比較すると(玄海町の母集団が小さく、バラつきがあるため8年毎とした)、1985年から増加し始めていることが明瞭である。これを単年度で見ると、玄海町と唐津市では1983年から増加傾向がみられ、1985年からは高止まりしている。玄海原発1号機の稼働は1975年10月であり、トリチウム被曝と白血病発症までには3年のタイムラグがあるという指摘がある(Richardson & Wing. : *Am J Epidemiol.* 2007)が、これは原子力関連施設労働者の調査であり、原発周辺住民の被曝はこれらよりは少ないために、10年のタイムラグが生じたものと考えられる。

佐賀市、全国も増加傾向がみられるが、これは高齢化にともなうものと考えられる。玄海町と唐津市においても高齢化は進行しているが、白血病死亡率の増加はそれをはるかに上回るものとなっており、この増加を高齢化で説明することは困難である。

玄海町、唐津市、佐賀市と全国の白血病死亡率の推移



単年度で見ると、玄海町と唐津市では1983年から増加傾向がみられ、1985年からは高止まりしている。(データ出典:佐賀県人口動態統計)

通常運転中の原発からの放射性物質の放出はトリチウム(放射性水素)が圧倒的に多いが、中でも玄海原発は全国一トリチウム放出量が多い (2002~2012年合計)

	原発名	原発立地自治体	トリチウム放出量(テラBq)	放射性希ガス放出量(キロBq)	放射性ヨウ素放出量(キロBq)
加圧水型	玄海原発	玄海町	826.0	1,880.6	12.54
	川内原発	薩摩川内市	413.0	186.2	0.16
	伊方原発	伊方町	586.0	2,043.0	1.906
	高浜原発	高浜町	574.8	1,355.8	1.754
	大飯原発	おおい町	768.0	1,954.3	194.17
沸騰水型	島根原発	松江市	4.3	N.D.	0.16
	柏崎刈羽原発	柏崎市刈羽村	6.9	N.D.	47.4
	女川原発	女川町	0.2	5,820.0	28,000.0
	東通原発	東通村	0.7	N.D.	0.88

N.D.: not detectable, 検出限界以下 (データ出典:原子力施設運転管理年報)

内部被曝の主要な要因はトリチウム(放射性水素)



American Journal of Epidemiology
 165 (The Author 2007. Published by the Oxford University Group of Public Health)
 All rights reserved. For permission, please e-mail: journals.permissions@oxfordjournals.org

Vol. 165, No. 9
 1503-1510, 16326/07/\$17.00
 Advance Access publication July 27, 2007

Leukemia Mortality among Workers at the Savannah River Site

David B. Richardson and Steve Wing

「サバンナ川流域労働者の白血病死亡率」

From the Department of Epidemiology, School of Public Health, University of North Carolina at Chapel Hill, Chapel Hill, NC.

In this paper, we evaluate associations between ionizing radiation and mortality due to leukemia among workers employed at the Savannah River Site. We focus on ionizing radiation doses from external sources and internal doses from tritium intakes. We examine modification of radiation dose-leukemia associations by subtype of leukemia and time since exposure.

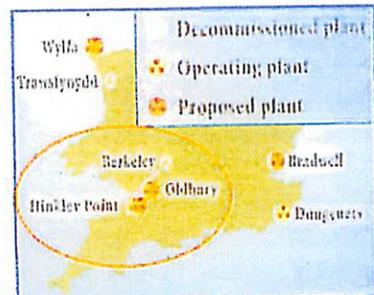
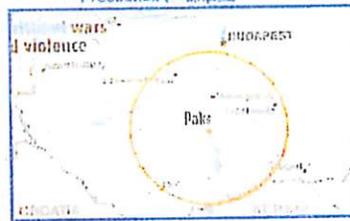
「電離放射線の放射線量は、外部被曝とトリチウム摂取による内部被曝に着目した」。「Savannah River Site」は米国・南カロライナ州の原子力関連施設の集積地区。

出典: Richardson DB, Wing S. :Leukemia mortality among workers at the Savannah River Site. *Am J Epidemiol.* 2007;166(9):1015-22.

原発周辺水域の魚介類からはトリチウムが検出される

ハンガリー、Paks原発のドナウ川への温水排水口の上流と下流で、巻貝、ドブ貝、肉食・雑食魚類の自由水トリチウムと組織(有機物)結合トリチウムを測定した。下流の方は自由水ではわずかな上昇だったが、有機物結合トリチウムでは明確な上昇を示した。(Janovics R, et al. "Monitoring of tritium, 60Co and 137Cs in the vicinity of the warm water outlet of the Paks Nuclear Power Plant, Hungary" *J Environ Radioact.* 2014)

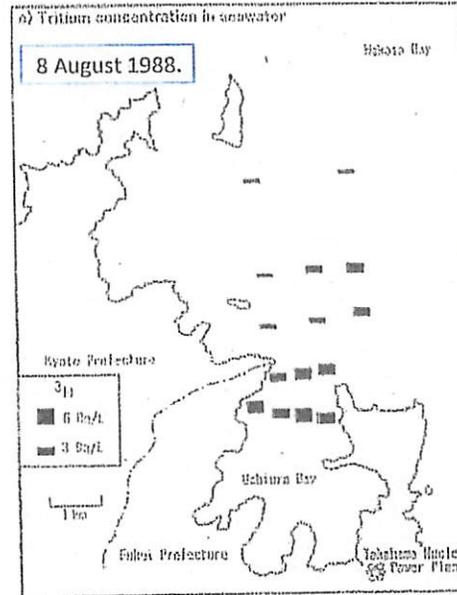
原典出典: Robinson T. "Fukushima anniversary marked in Hungary" *Presenza* (一部改題)



複数の原発の排水が流入する英国南部、セバーン川河口とブリストル海峡(湾)で、ヒバマタ属海藻、ムール貝、カレイのトリチウムを測定した。それぞれ600、2,000、100,000 Bq/kg (乾燥重量)であった。海水のトリチウム濃度は約10Bq/kgであり、これらは生物濃縮の結果である。(McCubbin D, et al. "Incorporation of organic tritium (3H) by marine organisms and sediment in the severe estuary/Bristol channel (UK)." *Mar Pollut Bull.* 2001)

原典出典: STOPHINELEY (一部改題)

高浜原発沖合からもトリチウムが検出される

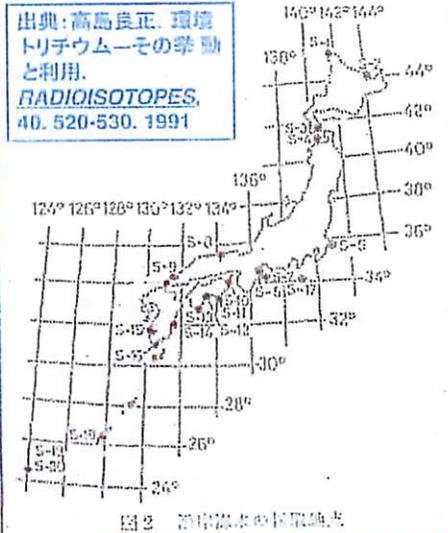


「本報告で海水から検出されたトリチウムは、排水中の放射能濃度規制を満たした発電所の管理放出に伴うものであり、被ばく線量の評価上並びに環境安全上問題とならない低い濃度である」と筆者らは述べている。しかし、この原発由来のトリチウムは半減期が12.3年と長く、海棲生物には濃縮・蓄積されるために危険性を否定することはできない。

出典: 藤波直人, 他: 原子力発電所排水口沖におけるトリチウムと温排水の拡散状況. *保健物理*, 32(3), 305~311 (1997)

高浜原発沖合のトリチウム濃度はやはり高い

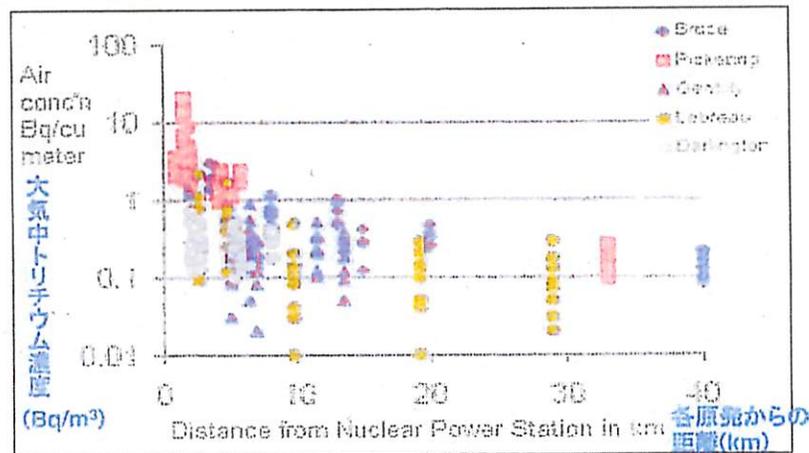
高浜原発沖合の3~6Bqは、全国平均の0.71Bqよりはるかに高い



No.	Location	Conc. Bq l ⁻¹
S-1	Cape Noshoppo, Hokkaido	1.09±0.53*
S-2	Abashiri, Hokkaido	0.79±0.59
S-3	Hakodate, Hokkaido	1.01±0.29
S-4	Cape Tappi, Aomori	0.75±0.27
S-5	Cape Inabe, Chiba	0.61±0.29
S-6	Toba, Mie	0.89±0.28
S-7	Futatabi, Mie	0.81±0.31
S-8	Nagashima, Tottori	0.41±0.21
S-9	Nagato, Yamaguchi	0.46±0.25
S-10	Naruto, Tokushima	0.90±0.25
S-11	Cape Muroto, Kochi	0.60±0.25
S-12	Katsunajima, Kochi	0.61±0.37
S-13	Cape Ashinari, Kochi	0.78±0.23
S-14	Tetozo, Miyazaki	0.60±0.29
S-15	Sandai, Kagoshima	0.55±0.27
S-16	Nagasakihama, Kagoshima	0.81±0.25
S-17	Miyake Island, Tokyo	0.48±0.20
S-18	Inbu, Okinawa	0.43±0.21
S-19	Ishigaki Island, Okinawa	0.46±0.27
S-20	Taketomi Island, Okinawa	0.56±0.25
平均値		0.71±0.21*

図2 瀬中流の採取地点

原発からの距離が近いほど大気中トリチウム濃度も高い



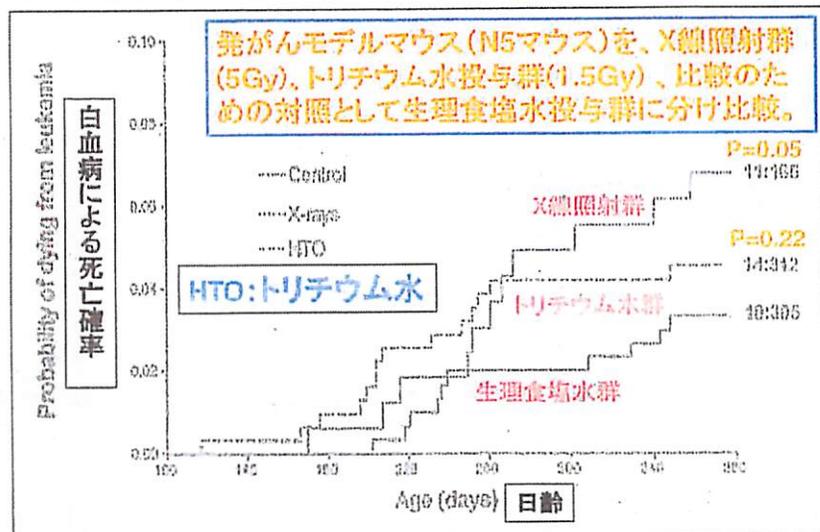
1985～1999年のカナダの5原発からの距離と年平均の大気中トリチウム濃度。

出典: Fairlie | "Childhood cancer near nuclear power stations" *Environ Health*. 2009

玄海原発は全国一トリチウムの放出量が多く、トリチウムは海水、大気、海産物を汚染する。さらに、動物実験ではトリチウムは白血病を誘発する

玄海原発は全国一トリチウムの放出量が多い。また、玄海原発での調査・研究はないが、内外の原発周辺での調査では、トリチウムは原発周辺の海水、大気、水産物を汚染することから、玄海原発周辺でも同様であると類推される。さらに、トリチウムは動物実験では白血病を誘発する傾向がある。以上のことから玄海町および唐津市における白血病死亡率の上昇は、玄海原発からのトリチウムの放出が関与していることが強く示唆される。

トリチウムはマウスの白血病を誘発する傾向がある



出典: Daher A, et al.: Effect of pre-conceptional external or internal irradiation of N5 male mice and the risk of leukemia in their offspring. *Carcinogenesis*. 1998, 19:1553-8.

トリチウム放出量(2002～2012年)と原発立地自治体住民の死因別死亡率(10万対)の関連

原発立地自治体	原発名	トリチウム放出量(テラBq)	白血病	循環器系の疾患	急性心筋梗塞
玄海町	玄海原発	826.0	23.5	338.8	44.3
薩摩川内市	川内原発	413.0	17.6	401.9	49.6
伊方町	伊方原発	586.0	29.1	580.5	67.4
高浜町	高浜原発	574.8	7.6	404.2	77.8
おおい町	大飯原発	768.0	9.6	407.6	92.3
松江市	島根原発	4.3	7.4	148.8	21.2
柏崎市・刈羽村	柏崎刈羽原発	6.9	6.6	197.8	50.7
女川町	女川原発	0.2	7.0	291.9	73.4
東通村	東通原発	0.7	0.0	113.1	27.1

トリチウム高放出原発は加圧水型、低放出は沸騰水型。(出典:トリチウム放出量・原子力施設運転管理年報、死亡率:各県人口動態統計)

トリチウム高放出原発立地自治体と低放出原発立地自治体の住民の各死因による死亡率の統計学的比較(t検定)

白血病		循環器系疾患		急性心筋梗塞			
玄海町	23.5	7.4	松江市	338.8	148.8	44.3	21.2
蘆原川内市	17.6	6.6	柏崎市・刈羽村	401.9	197.8	49.6	50.7
伊方町	29.1	7.0	女川町	580.5	291.9	67.4	73.4
高浜町	7.6	0.0	東通村	404.2	113.1	77.8	27.1
おおい町	9.6			407.6		92.3	

t検定 p=0.018 t検定 p=0.002 t検定 p=0.086

t検定は2群間の平均値の差の検定、つまり2群間の数値に統計学的に有意な差があるかどうかの検定。通常、 $p < 0.05$ 、つまり95%を超える確率がある場合を「統計学的に有意」とする。

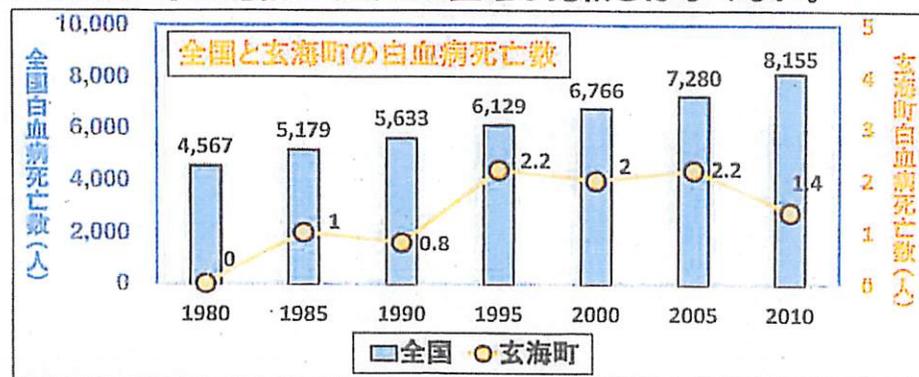
同じ原発立地自治体でも、トリチウム高放出原発と低放出原発の住民とでは各疾患による死亡率に統計学的有意差がある

加圧水型原発は沸騰水型原発と比較すると、トリチウム放出量が格段に多い。このために、同じ原発立地自治体でも、加圧水型と沸騰水型の違いにより、住民の白血病、循環器系疾患による死亡率には統計学的有意差がみられる。

このことも、トリチウムと白血病との関連を強く示唆するものである。

それでも、九電は「白血病死亡数は玄海町だけでなく、全国的に増加している」(玄海原発訴訟第9回公判準備書面)と、玄海原発と白血病との関連はないと主張している

九電のこの主張は、全国的には人口が増加し、玄海町では減少していることを無視した乱暴な論理である。人口の増減がある場合には、死亡率で比較しなければ正確な比較とはならない。



全国は当該年、玄海町は当該年までの5年間の平均

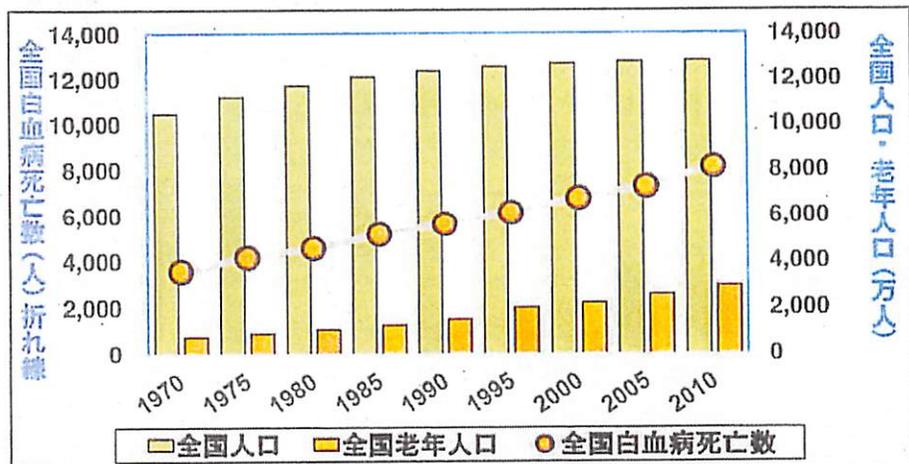
データ出典:厚生労働省・人口動態統計

2集団に人口の増減がある場合には“率”で比較しなければ、正確な比較とはならない

1980～2010年の30年間に、玄海町の人口は7,463人から6,379人へと85.5%に減少したが、全国の人口は1億1,706万人から1億2,805万人へと109.4%に増加している。

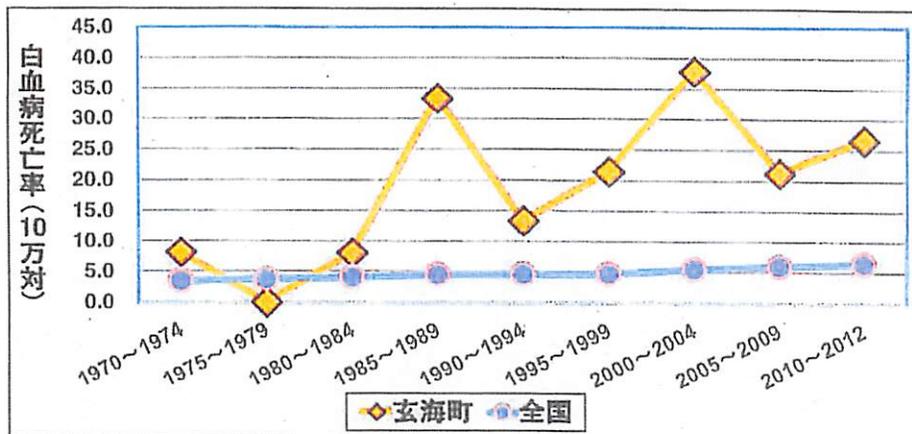
こうした状況がありながら、白血病死亡数で比較するというのはナンセンスである。もしこれが、意図的であれば真実を隠ぺいするための悪質な行為といえるし、そうでなければ統計学に無知であるといわざるを得ない。

全国的な白血病死亡数の増加は人口増と高齢化の相乗作用、つまり老年人口の増加のためである



全国的な白血病死亡の増加は人口増と高齢化による老年人口の増加が原因である。
(データ出典: 国勢調査・人口動態統計)

白血病死亡率で比較すると、玄海町は全国より極めて高い



人口の増減があるため白血病死亡数ではなく、死亡率で比較すべきである。玄海町の増加は全国より極めて大きい。(それぞれ5年間の平均。2010~2012年のみ3年間の平均)
(データ出典: 国勢調査・人口動態統計)

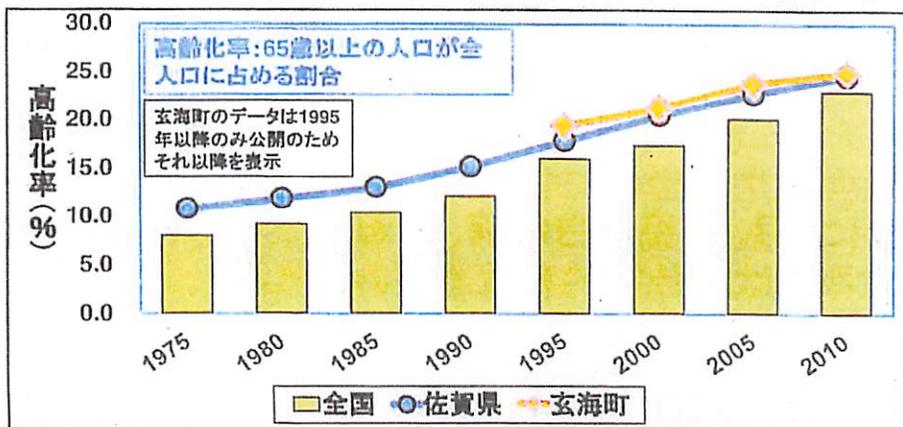
全国的な白血病死亡数の増加は老年人口の増加より緩やかであるが、これは白血病の治療法の進歩のためと考えられる

1970年の白血病死亡数は3,559人、老年人口は738万人だったが、2010年にはそれぞれ8,155人、2,925万人に増加した。白血病死亡数は2.29倍、老年人口は3.96倍となった。白血病死亡数の方が老年人口の増加よりは緩やかであるが、この要因としてはこの間の白血病治療の進歩が考えられる。この間には、細胞増殖の酵素活性を抑制する経口薬、イマチニブの開発や骨髄移植の普及などにより、白血病患者の生存率が改善した(朝長万左男: 白血病をめぐる先端医療の現状。日本内科学会雑誌。2008)。

このような治療法の進歩により、老年人口の増加ほど白血病死亡数が増加しなかったと考えられる。

玄海町と佐賀県、全国の高齢化率推移の傾向に変わりはない

玄海町の高齢化は全国より先行して進行しているが、高齢化率の上昇そのものの傾向は全国と変わらない。したがって、高齢化によって玄海町の白血病死亡率の増加を説明することはできない。



データ出典: 国勢調査/佐賀県・推計人口(年報)

玄海町でのATLによる死亡率の推定

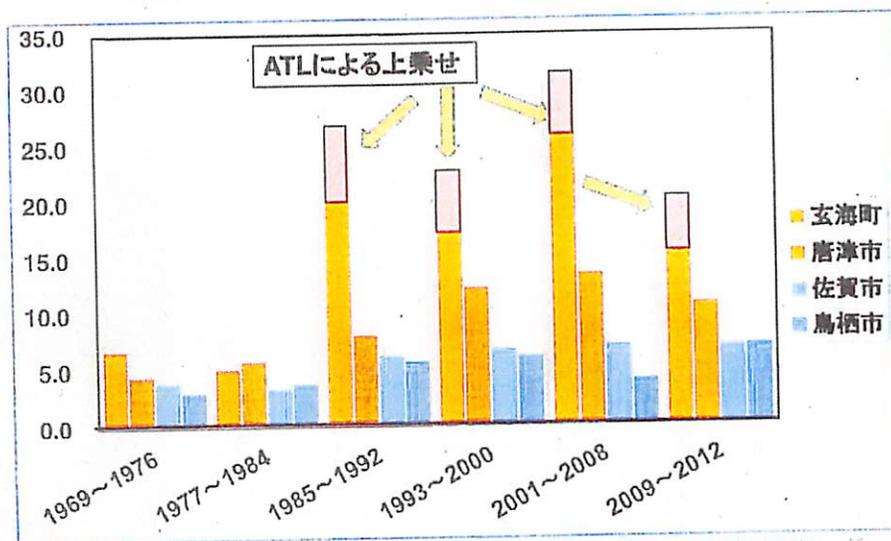
玄海町のHTLV-I感染率、キャリアの白血病発症率、白血病発症者の死亡率などから、ATLによる死亡数が推定可能である。

唐津・松浦地区の市町村別HTLV-Iの年齢別感染率(諸藤美樹, 他: 感染症学雑誌, 1990)、HTLV-IキャリアのATL発症率の推定(田島和雄, 伊藤新一郎: ウイルス, 1992)、白血病発症者の死亡率(白血病罹患数は国立がん研究センター「がん統計」、白血病死亡数は「人口動態統計」)の推定によった。

また、HTLV-Iの感染経路は①母乳による母児感染、②性行為による夫婦間感染、③輸血による感染であるが、このうち輸血による感染は、1986年から献血血液のHTLV-I抗体のスクリーニングが実施されるようになったため、それ以降はほぼ皆無となった。

したがって、夫婦間の感染のみを考慮すればいいわけであるが、前述の諸藤らのデータおよびRoucoux D Fら(J Infect Dis. 2005)が報告した夫婦間の感染率をもとに、同年代の同じ玄海町の住民と結婚したと仮定して推定した。結果は年間、0~2人の感染でほぼ無視できるものであった。

ATLによる上乗せ分を除外しても玄海町の白血病死亡率はやはり高い



(データ出典: 佐賀県人口動態統計)

結論

以上、検討したように玄海町における白血病死亡率の上昇は、高齢化やATL(成人T細胞白血病)の影響だけでは説明できない。

玄海原発が全国一トリチウムの放出量が多いこと、トリチウムは原発周辺の海水、大気、水産物を汚染すること、動物実験ではトリチウムは白血病を誘発する傾向があること、同じく動物実験ではトリチウムの単回被曝より持続的被曝の方がより白血病を誘発すること、同じ原発立地自治体でもトリチウム高放出と低放出原発立地自治体の住民の間には白血病死亡率に統計学的有意差があることなどから、玄海町における白血病死亡率の上昇は玄海原発から放出されるトリチウムの関与が強く示唆される。

引用文献一覧

- 壇原和郎: 日本人のルーツ. 日本老年医学会雑誌. 1993
- Richardson DB, Wing S. : Leukemia mortality among workers at the Savannah River Site. *Am J Epidemiol.* 2007
- Janovics R, et al. : Monitoring of tritium, ⁶⁰Co and ¹³⁷Cs in the vicinity of the warm water outlet of the Paks Nuclear Power Plant, Hungary. *J Environ Radioact.* 2014
- McCubbin D, et al. : Incorporation of organic tritium (³H) by marine organisms and sediment in the severn estuary/Bristol channel (UK). *Mar Pollut Bull.* 2001
- 藤波直人, 他: 原子力発電所放水口沖におけるトリチウムと温排水の拡散状況. 保健物理. 1997
- 高島良正. 環境トリチウム—その挙動と利用. *RADIOISOTOPES.* 1991
- Fairlie I "Childhood cancer near nuclear power stations" *Environ Health.* 2009
- Daher A, et al. : Effect of pre-conceptional external or internal irradiation of N5 male mice and the risk of leukemia in their offspring. *Carcinogenesis.* 1998
- 朝長万左男: 白血病をめぐる先端医療の現状. 日本内科学会雑誌. 2008
- 諸藤美樹, 他: 唐津東松浦地区における疾患別抗ATLA (adult T-cell Leukemia-associated antigen)抗体調査. 感染症学雑誌. 1990
- 田島和雄, 伊藤新一郎: HTLV-Iの疫学. ウイルス, 1992
- Roucoux, Diana F., et al. : A Prospective Study of Sexual Transmission of Human T Lymphotropic Virus (HTLV)-I and HTLV-II. *Journal of Infectious Diseases.* 2005