

福岡核問題研究会 2015年3月例会

日時:2015年3月7日

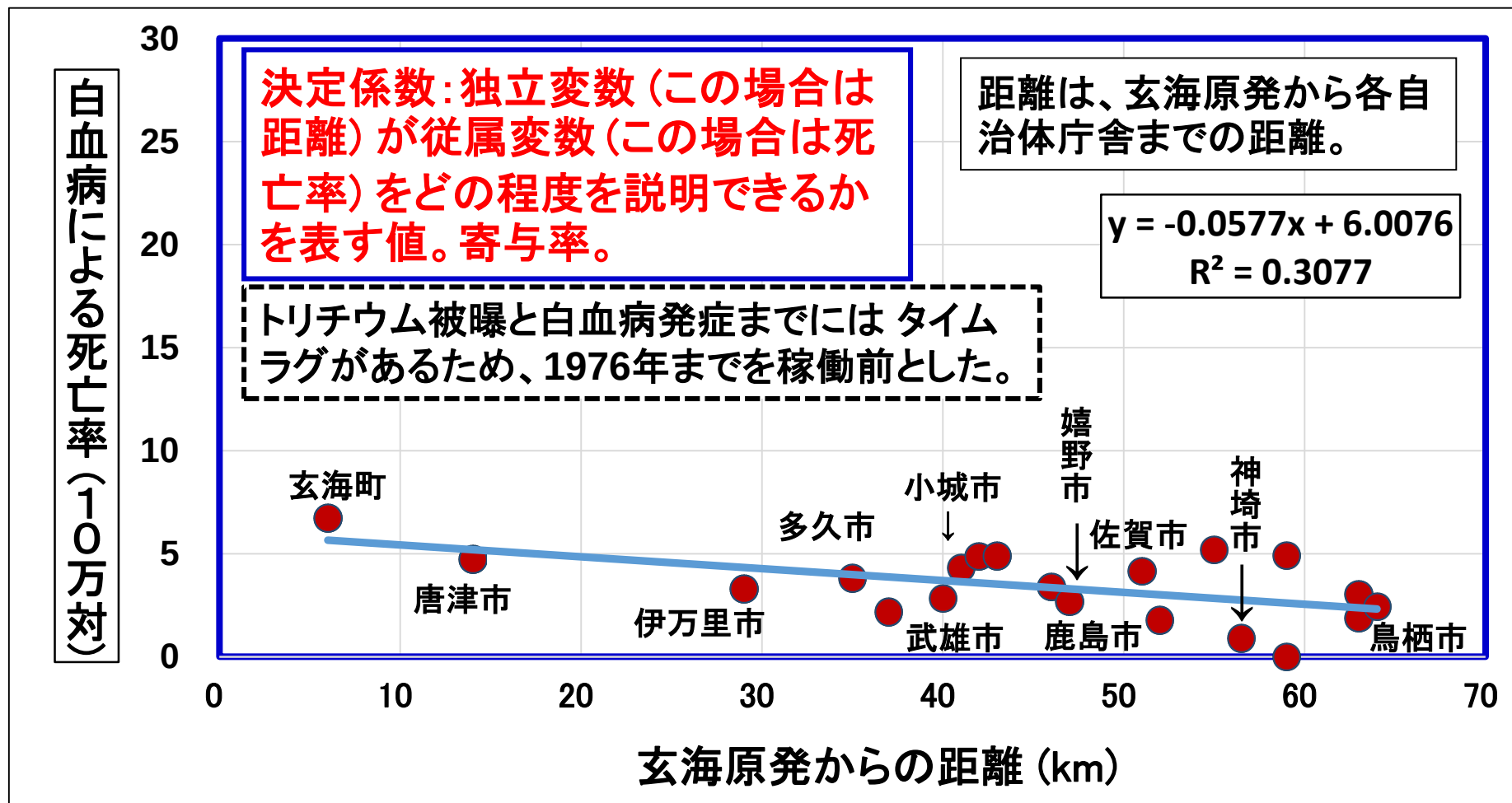
会場:九州大学 筑紫キャンパス

玄海原発と白血病

元・純真短期大学講師 (医学博士)

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 $p = 0.0111$
(死亡率の出典: 佐賀県人口動態統計)

唐津・東松浦地区では山間部より沿岸部の**ATLウイルス**陽性率が高い (1985年の調査)

悪性腫瘍患者を除く患者の居住地別陽性率は、玄海灘に面する鎮西町，肥前町，浜玉町が高く，沿岸部と山間部の比較では，有意に沿岸部が高かった ($p < 0.001$).

Fig. 1 Geographical distribution of anti-ATLA prevalence in the Karatsu and Higashimatsuura districts



検定の方法は、陽性者と陰性者の比率の検定、カイ二乗検定 (χ^2 検定、Chi-squared test)。

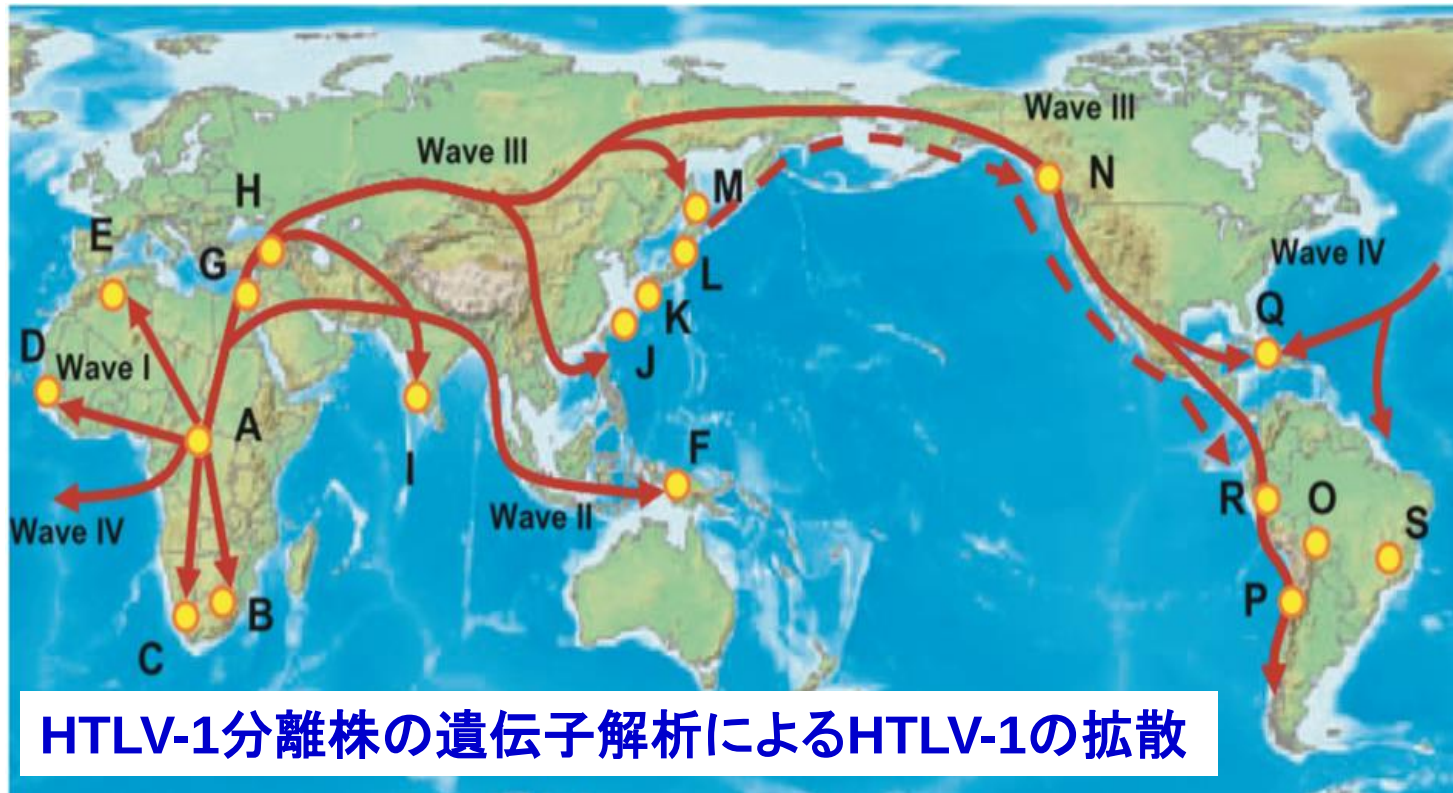
ATLウイルス = HTLV-1

出典：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，第64巻，第8号，1013-8，1990

成人T細胞白血病(ATL, Adult T-cell leukemia)の原因ウイルス、**HTLV-1** (Human T-cell leukemia virus type 1) は縄文人が日本に持ち込んだ!!??

画像出典: Sonoda S et al., :
Ethnoepidemiology of HTLV-1
related diseases: ethnic
determinants of HTLV-1
susceptibility and its worldwide
dispersal. *Cancer Science*. 2011

HTLV-1 の分布に関しては、縄文人がこのウイルスに感染していたが、ウイルス陰性の弥生人が侵入してきたことにより現在のようなキャリアの分布になっていると推定されている⁷⁾.



出典: 松岡雅雄: ヒト
T細胞白血病ウイルス1型感染症. 日本
内科学会雑誌.
2012

採集生活のため沿岸部に住んでいた縄文人の名残が、今でも、わずかに佐賀に残っていると解釈できる。⁴

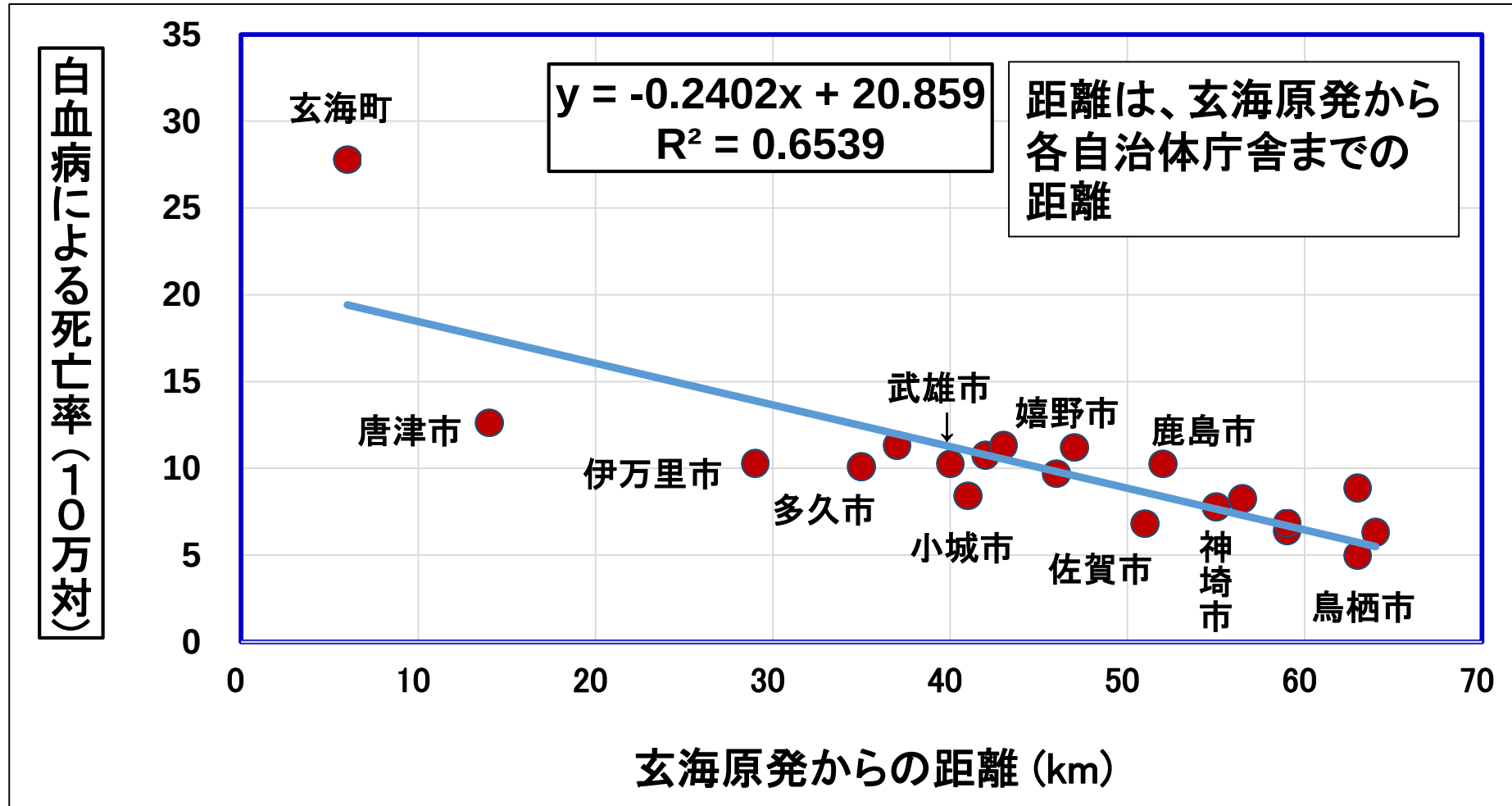
HTLV-1分離株の遺伝子解析によるHTLV-1の拡散

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**”で説明することができる

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(**埴原和郎:日本人のルーツ. 日老医誌. 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(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



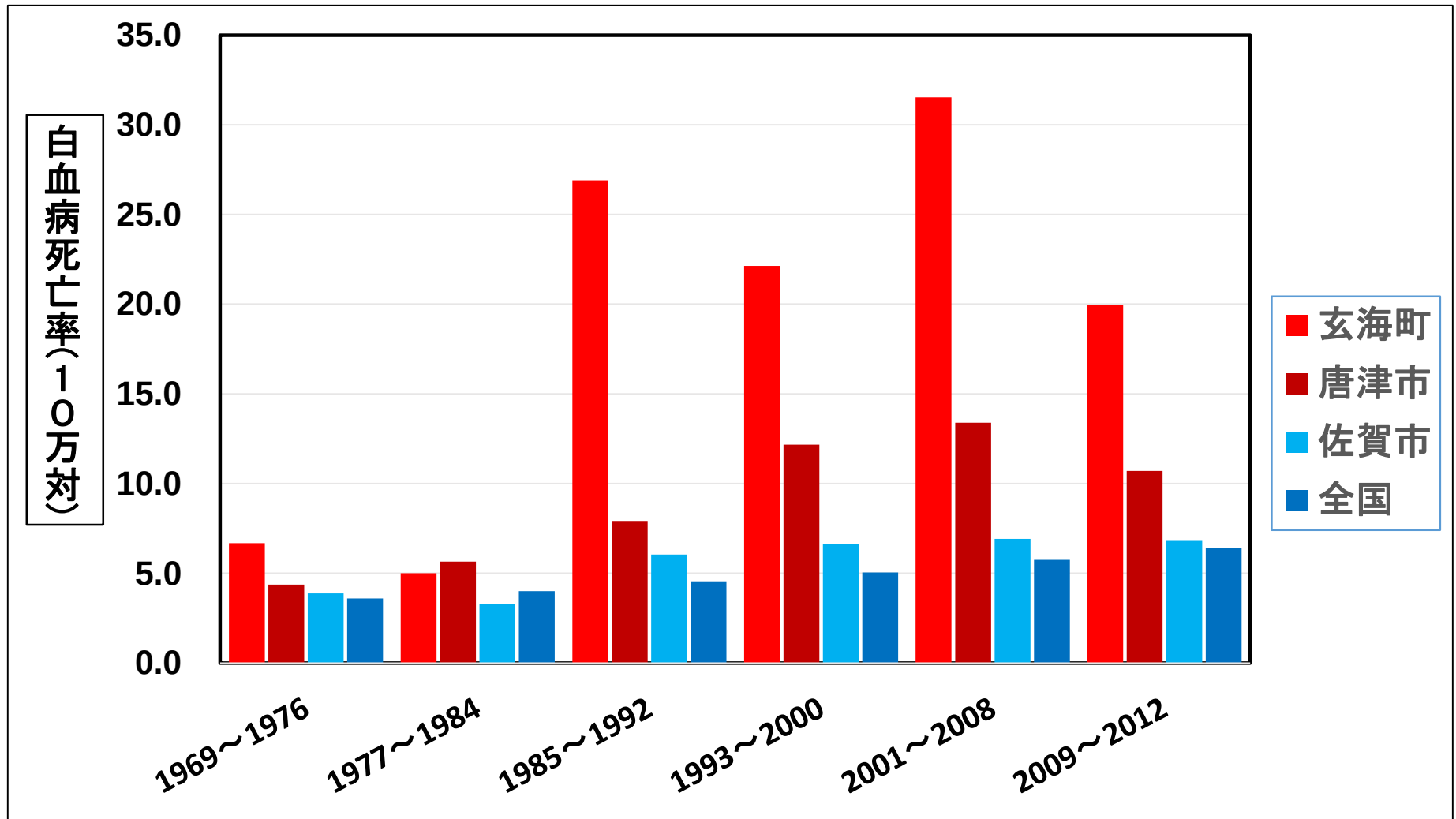
相関係数 $R = -0.8086$
決定係数 $R^2 = 0.6539$

相関係数の有意性の検定 $p < 0.0001$
(死亡率の出典: 佐賀県人口動態統計)

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、ATL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。

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)

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、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、原発周辺住民の年間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。**

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（ ギガ Bq ）	放射性ヨウ素 放出量（ メガ 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）¹⁰

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
© The Author 2007. Published by the Johns Hopkins Bloomberg School of Public Health.
All rights reserved. For permissions, please e-mail: journals.permissions@oxfordjournals.org.

Vol. 166, No. 9
DOI: 10.1093/aje/kwm176
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の**トリチウム**の検出

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, ^{60}Co and ^{137}Cs in the vicinity of the warm water outlet of the Paks Nuclear Power Plant, Hungary” *J Environ Radioact.* 2014)

画像出典: Robinson T. “Fukushima anniversary marked in Hungary” Pressenza (一部改変)



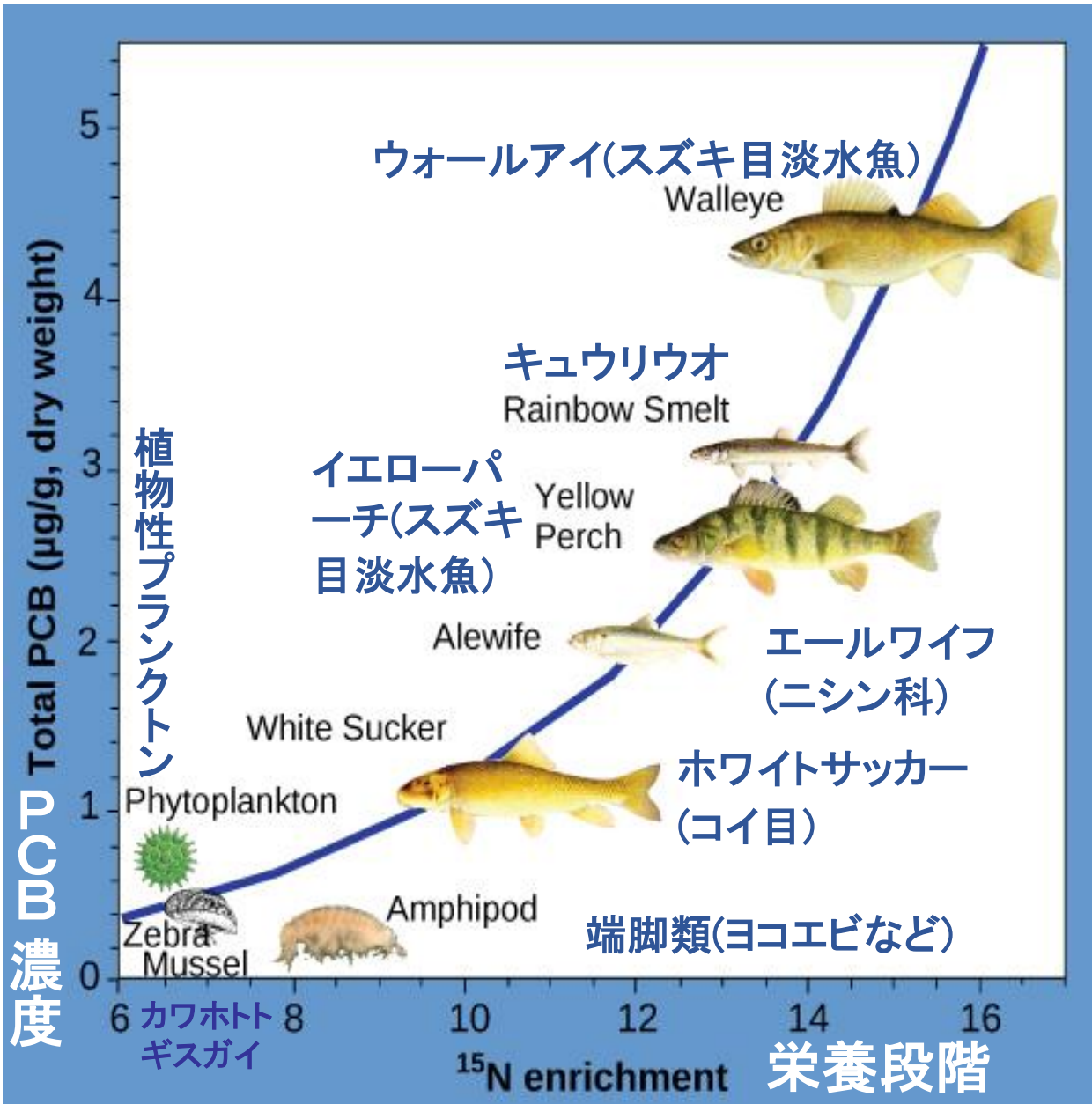
複数の原発の排水が流入する英国南部、セバーン川河口とブリストル海峡(湾)で、ヒバマタ属海藻、ムール貝、カレイのトリチウムを測定した。それぞれ600、2,000、100,000 Bq/ kg (乾燥重量)であった。海水のトリチウム濃度は約10Bq /kgであり、これらは**生物濃縮**の結果である。(McCubbin D, et al. “Incorporation of organic tritium (^3H) by marine organisms and sediment in the severn estuary/Bristol channel (UK).” *Mar Pollut Bull.*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

画像出典: STOP HINKLEY (一部改変)

トリチウムは“生物濃縮”される

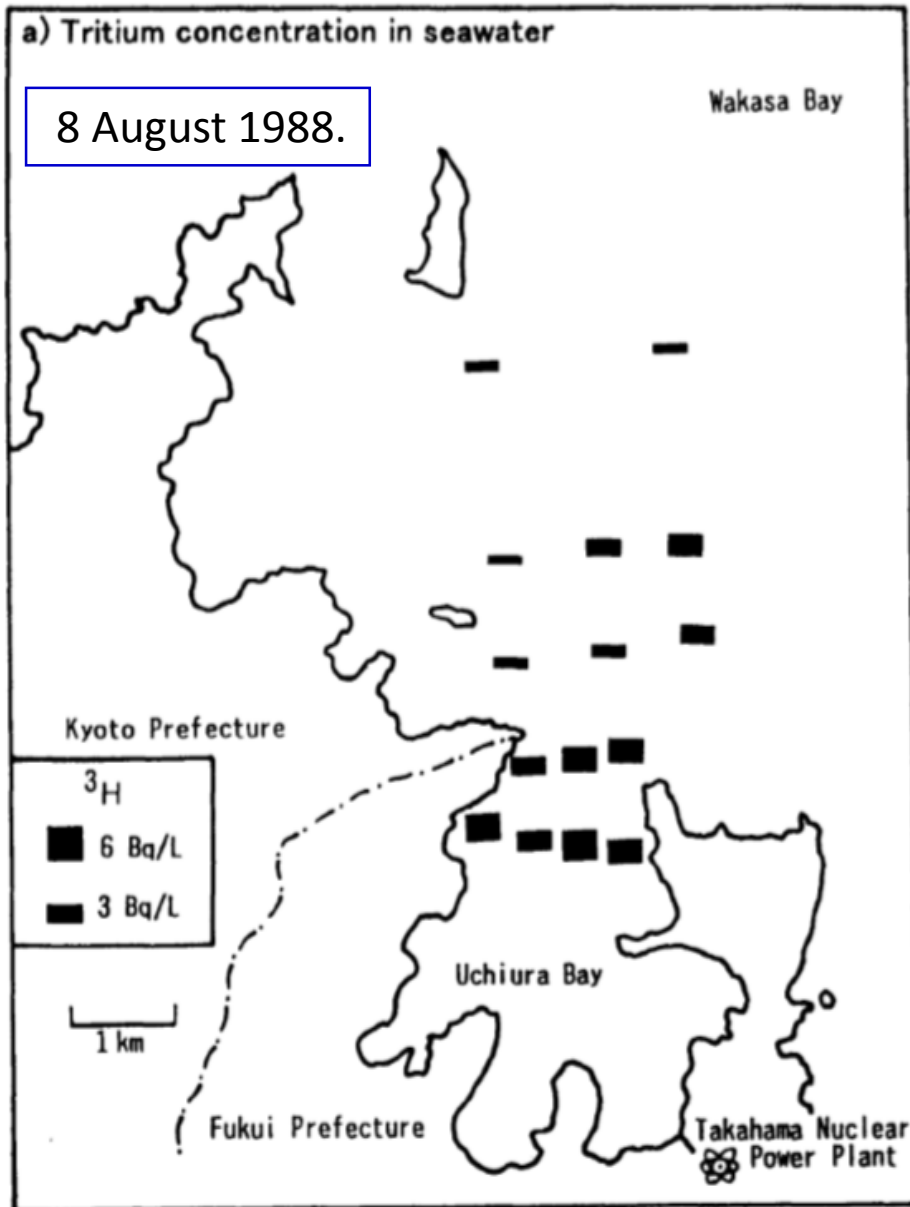
トリチウムの半減期は 12.3年と長く、タンパク質、脂肪などの有機物と結合したトリチウムの排出は遅いために、食物連鎖により、次第に生物に濃縮される。

(左図は北米、ヒューロン湖における **PCB** の生物濃縮の例)



画像出典: “Consequences of Food Webs; Biological Magnification”
Boundless.com

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, 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

出典：高島良正. 環境
トリチウム—その挙動
と利用.

RADIOISOTOPES,
40. 520-530. 1991

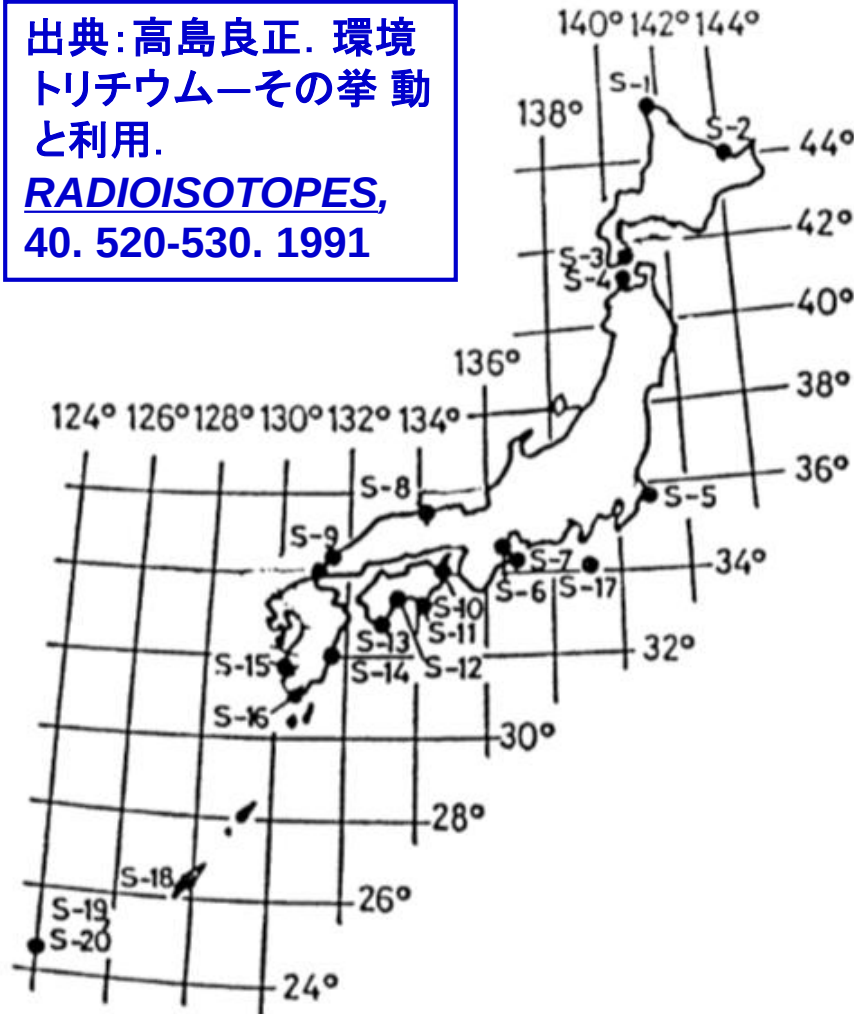
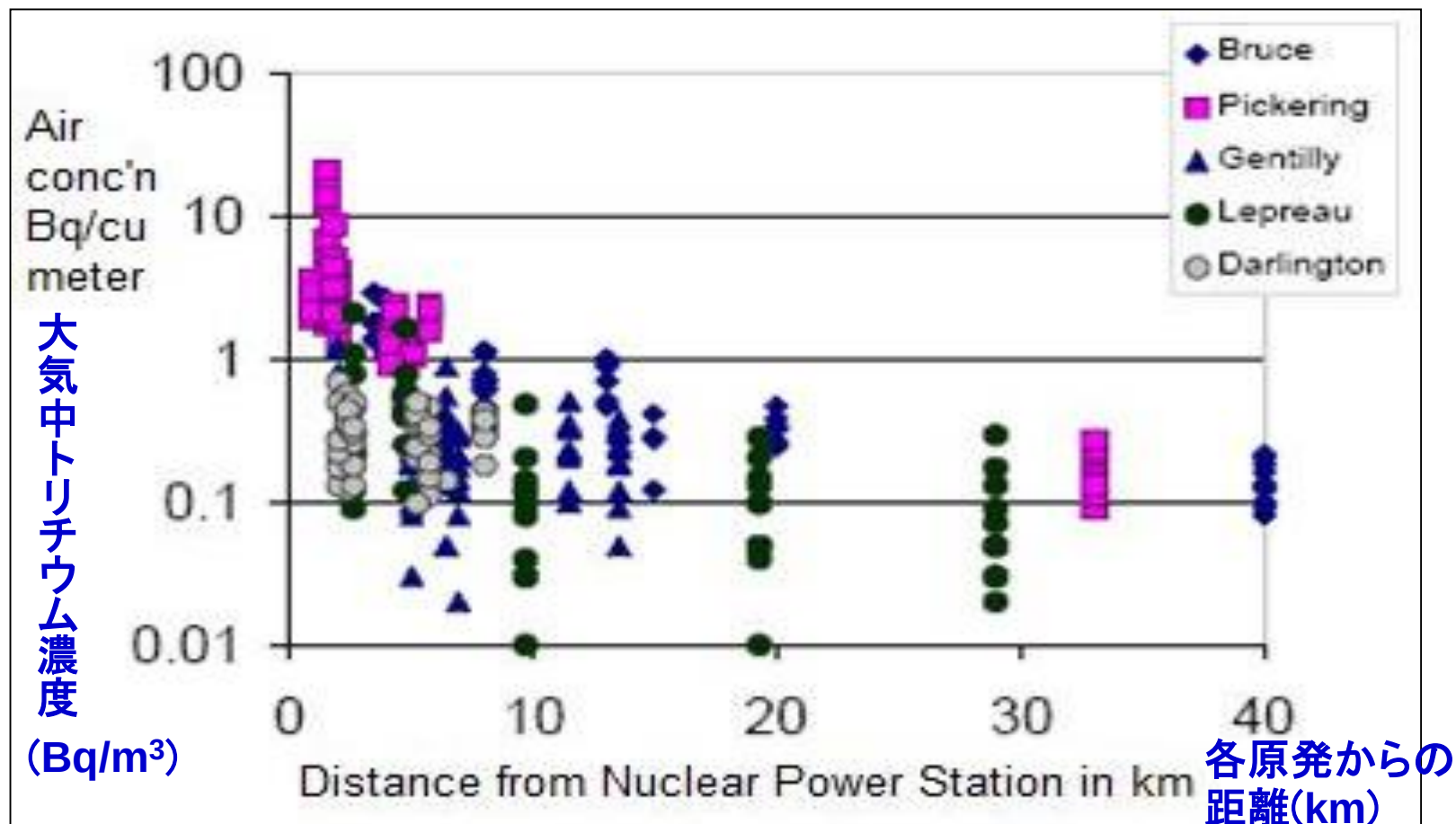


図2 沿岸海水の採取地点

表2 沿岸海水のトリチウム濃度 (1983)

採取場所		1983, Bq l ⁻¹
S-1	Cape Noshappu, Hokkaido	1.09±0.28*
S-2	Abashiri, Hokkaido	0.79±0.28
S-3	Hakodate, Hokkaido	1.04±0.29
S-4	Cape Tappi, Aomori	0.75±0.27
S-5	Cape Inubo, Chiba	0.81±0.29
S-6	Toba, Mie	0.89±0.28
S-7	Futamiura, Mie	0.61±0.31
S-8	Nagaobana, Tottori	0.44±0.21
S-9	Nagato, Yamaguchi	0.46±0.25
S-10	Naruto, Tokushima	0.96±0.28
S-11	Cape Muroto, Kochi	0.60±0.29
S-12	Katsurahama, Kochi	0.61±0.27
S-13	Cape Ashizuri, Kochi	0.73±0.28
S-14	Totoro, Miyazaki	0.90±0.29
S-15	Sendai, Kagoshima	0.88±0.27
S-16	Nagasakibana, Kagoshima	0.81±0.28
S-17	Miyake Island, Tokyo	0.49±0.26
S-18	Inbu, Okinawa	0.43±0.21
S-19	Ishigaki Island, Okinawa	0.46±0.27
S-20	Taketomi Island, Okinawa	0.56±0.26
平均値		0.71±0.21**

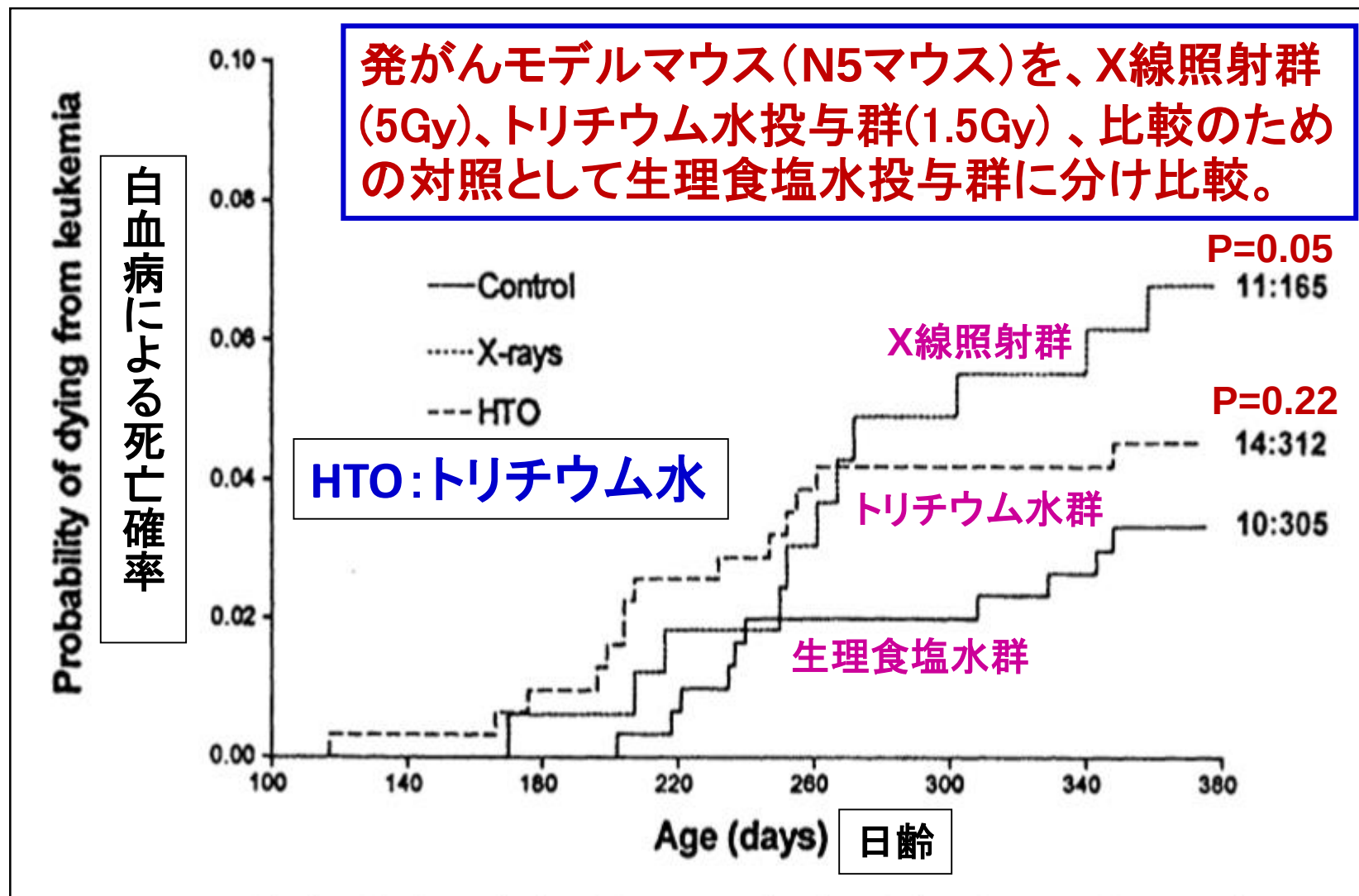
原発からの距離が近いほど大気中トリチウム濃度も高い



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 I “Commentary: childhood cancer near nuclear power stations”
Environ Health. 2009

トリチウムはマウスの白血病を誘発する傾向がある

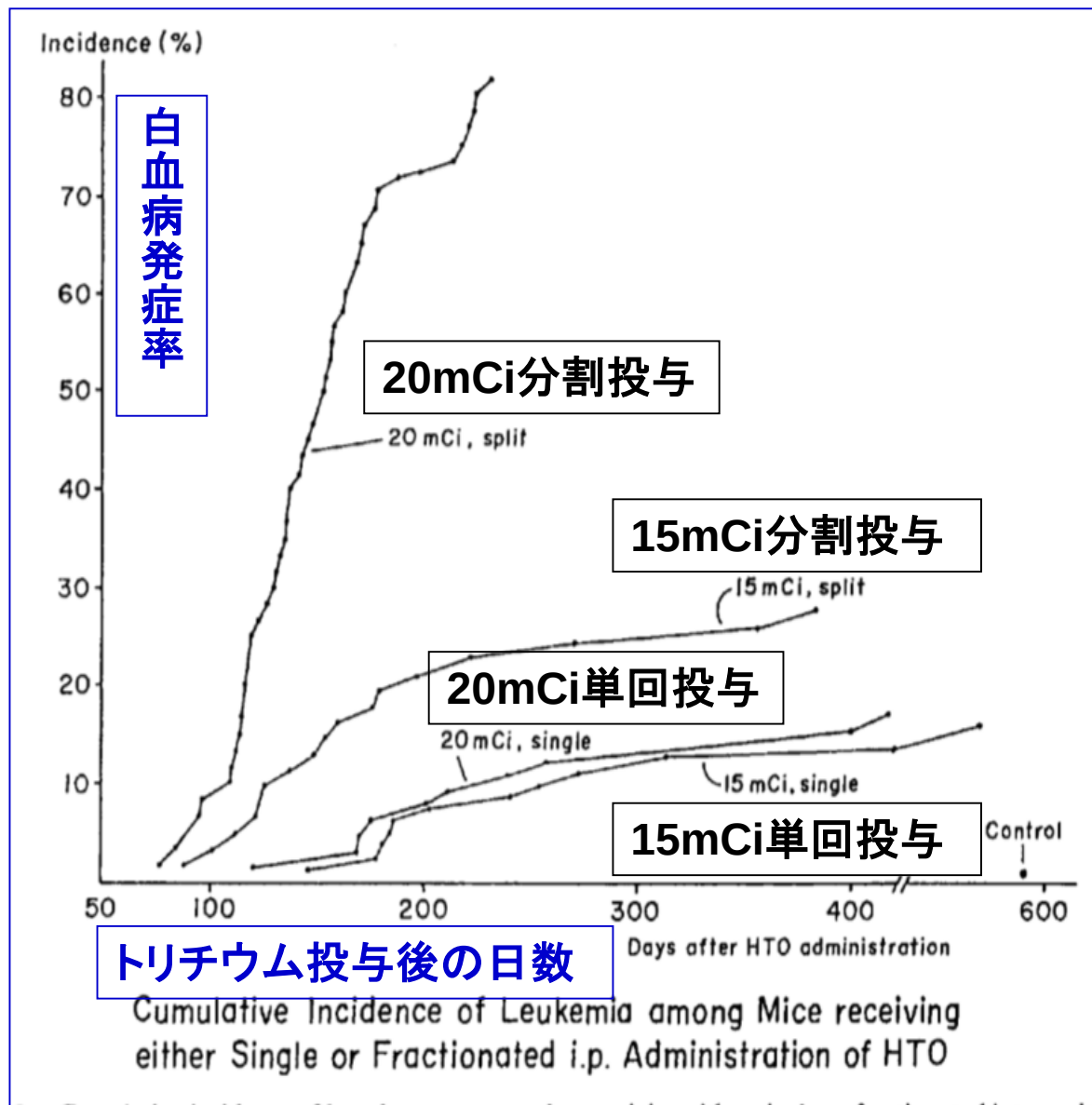


出典: Daher A, et al.: Effect of pre-conceptional external or internal irradiation of N5 male mice and the risk of leukemia in their offspring. *Carcinogenesis*. 1998. 19:1553-8.

トリチウムは 単回投与より、 同量の分割投与 の方がより白血 病を誘発する

マウスの実験では、
トリチウムの単回投与
より同じ量の分割投与
の方が白血病の発症
が大幅に高かった。

原発周辺住民のトリ
チウム被曝は持続的
であり、まさに分割投
与である。



出典: Seyama, T, et al. "Carcinogenic effects of tritiated water (HTO) in mice: in comparison to those of neutrons and gamma-rays." *J Radiat Res.* 32.Suppl 2 (1991): 132-142.

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

23.5	7.4
17.6	6.6
29.1	7.0
7.6	0.0
9.6	

t検定

$p = 0.0366$

循環器系疾患

338.8	148.8
401.9	197.8
580.5	291.9
404.2	113.1
407.6	

t検定

$p = 0.0038$

急性心筋梗塞

44.3	21.2
49.6	50.7
67.4	73.4
77.8	27.1
92.3	

t検定

$p = 0.1713$

t検定は2群間の平均値の差の検定、つまり2群間に有意差があるかどうかの検定。通常、 $p < 0.05$ 、つまり95%以上の確率がある場合を「統計学的に有意」とする。

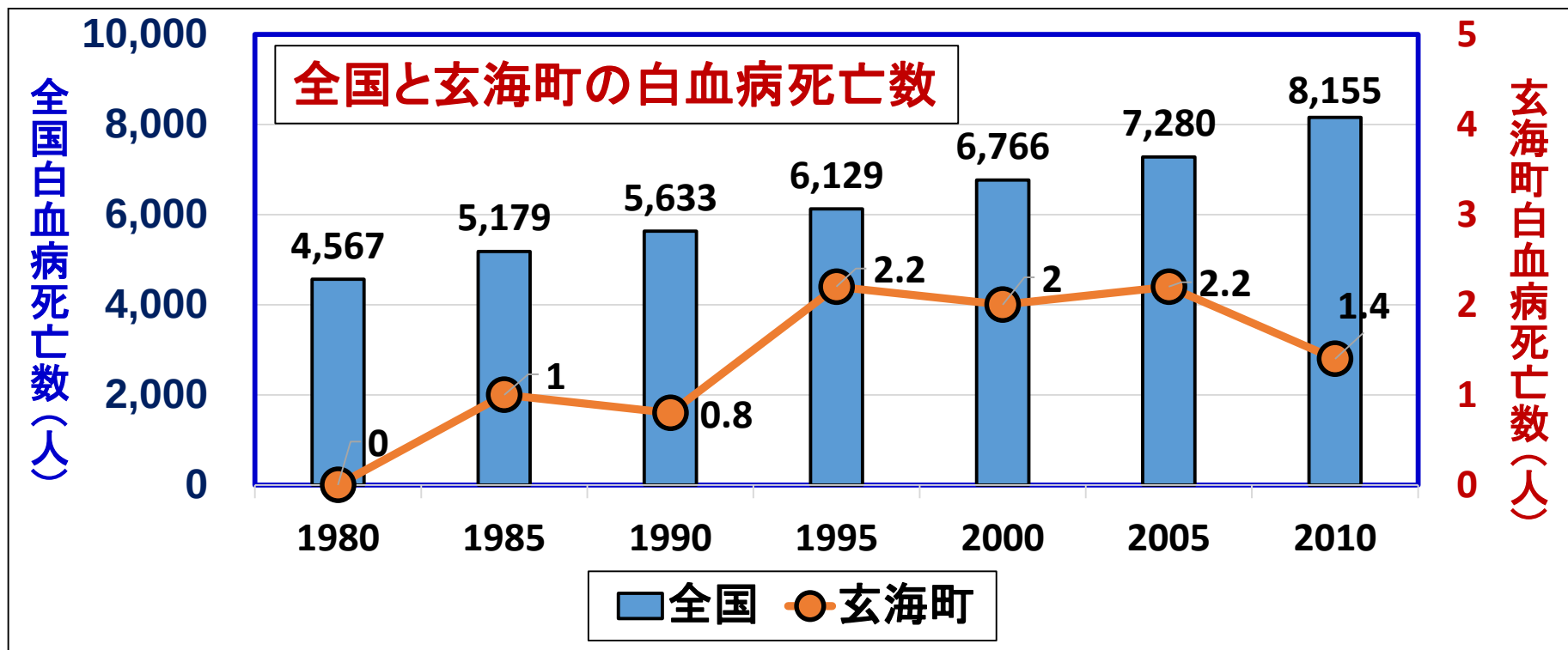
同じ原発立地自治体でも、**トリチウム**高放出
原発と低放出原発の住民とでは各疾患によ
る死亡率に**統計学的有意差**がある

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する!!

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

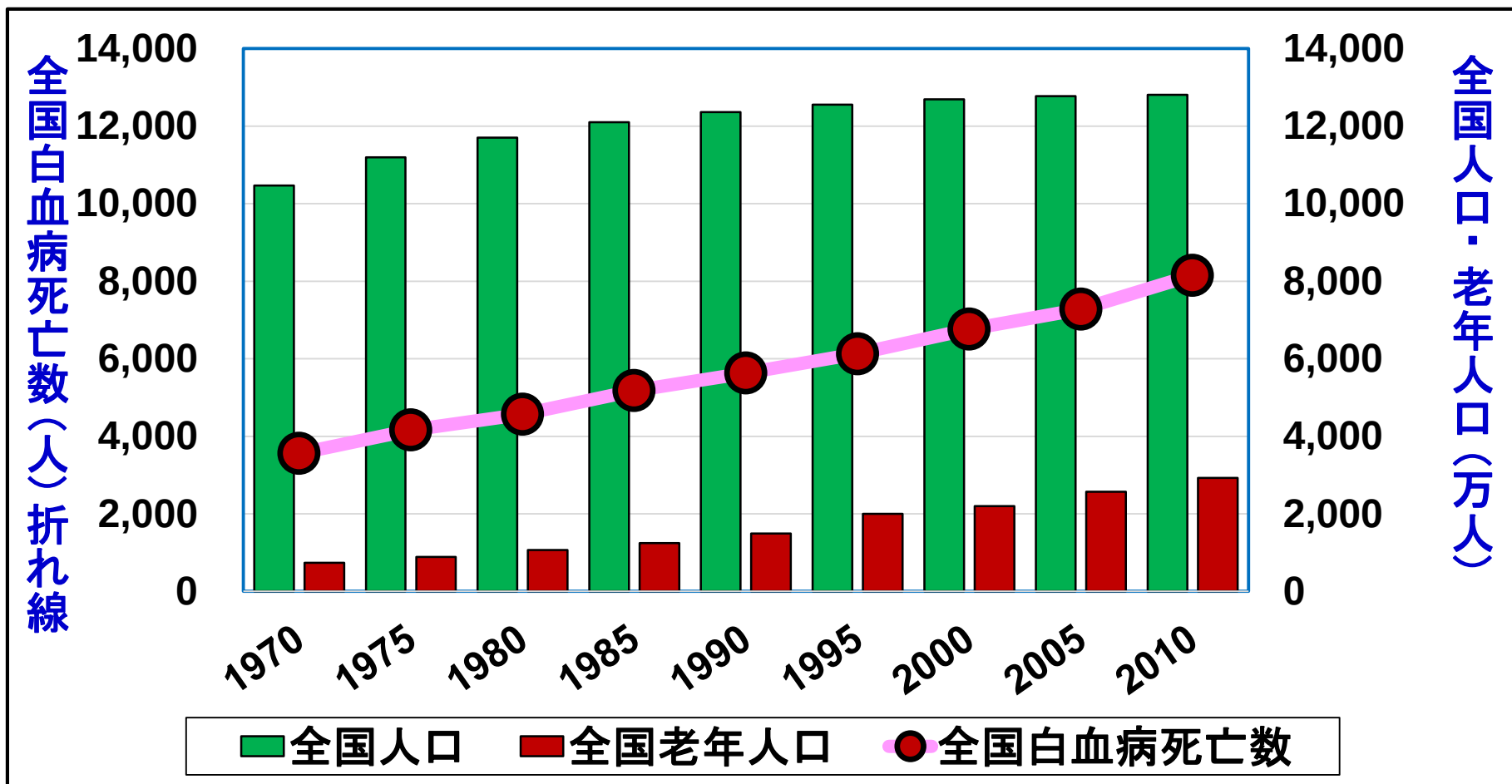
データ出典: 厚生労働省・人口動態統計 23

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。

全国的な白血病死数増加は人口増と高齢化の相乗作用のためである



全国的な白血病死数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。

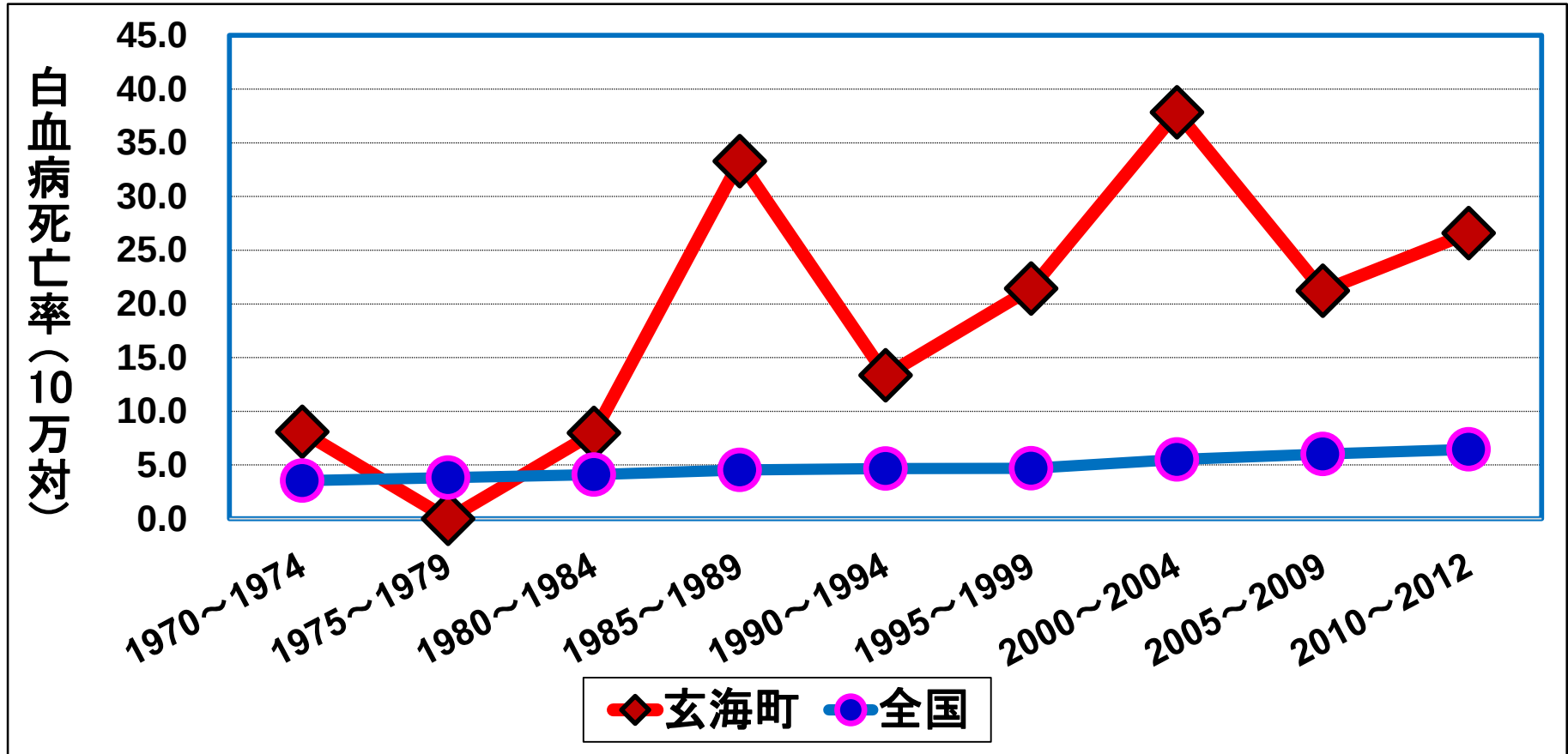
(データ出典: 国勢調査・人口動態統計) 25

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同種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。

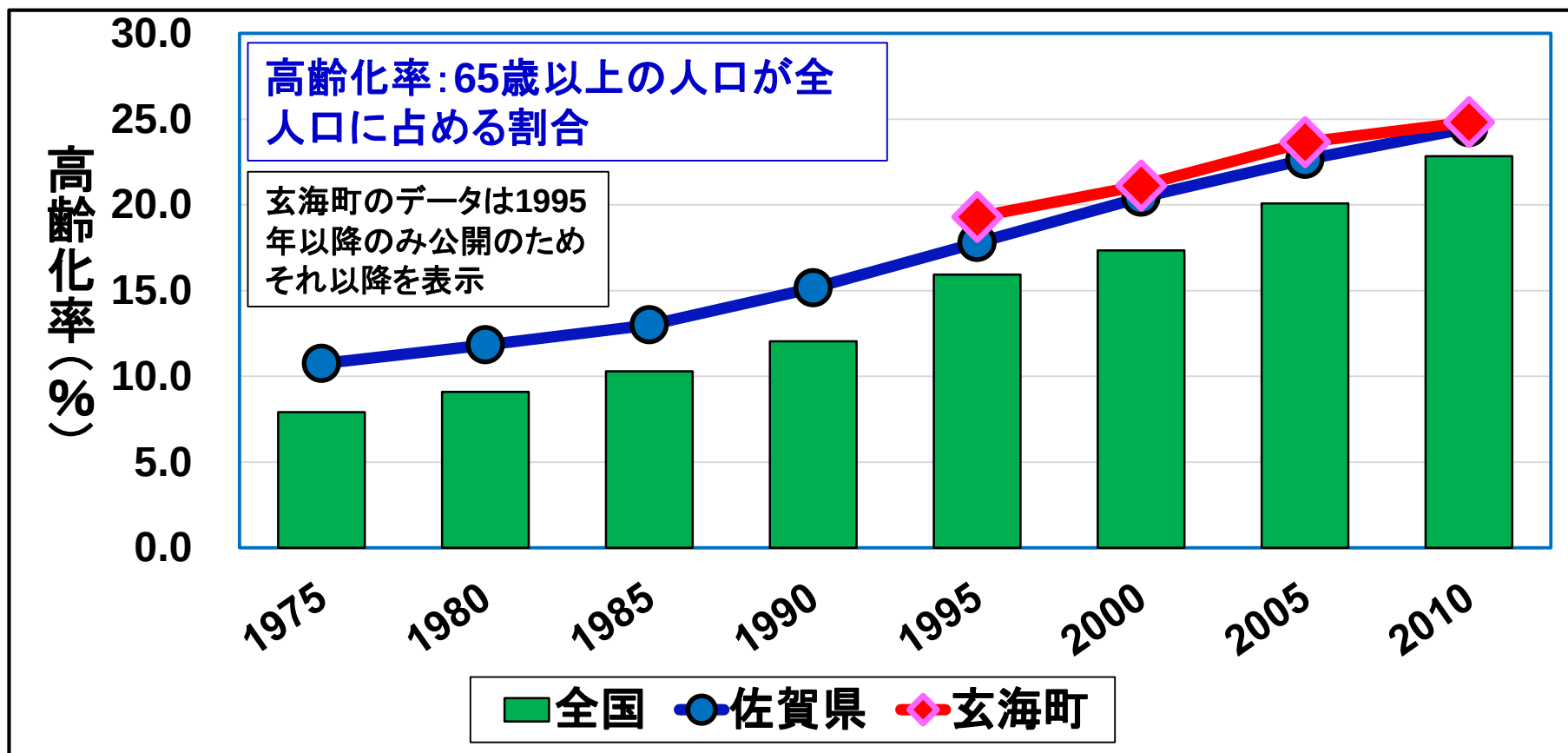
白血病死亡率で比較すると、玄海町は全国より極めて高い



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)

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。



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。**