

# 環境科学セミナー

## 成果報告資料

令和元年度

公益財団法人 環境科学技術研究所

公益財団法人 日本海洋科学振興財団

本成果報告の内容は、青森県から（公財）環境科学技術研究所が受託している「排出放射性物質影響調査」及び（公財）日本海洋科学振興財団が受託している「六ヶ所村沖合海洋放射能等調査」により得られた成果の一部です。

## 目 次

1. 食べ物から被ばくする！？ ～体内に入った放射性炭素からの放射線～	1-20
概要説明	1
環境科学技術研究所の紹介と環境影響研究の概要	
(公財) 環境科学技術研究所	
環境影響研究部長    高久 雄一	
成果報告	8
環境影響研究部    増田 毅	
2. 放射線とメタボ ～放射線のマウス肝臓への影響～	21-47
概要説明	21
生物影響研究の概要	
(公財) 環境科学技術研究所	
生物影響研究部長    小村 潤一郎	
成果報告	30
生物影響研究部    杉原 崇	
3. 六ヶ所村沖の流れについて	48-67
概要説明	48
日本海洋科学振興財団の紹介と六ヶ所村沖合海洋放射能等調査概要	
(公財) 日本海洋科学振興財団	
むつ海洋研究所 所長    渡邊 修一	
成果報告	54
むつ海洋研究所    甲 昭二	

# 環境科学技術研究所の紹介と 環境影響研究の概要

(公財) 環境科学技術研究所  
環境影響研究部長  
高久 雄一

# 公益財団法人 環境科学技術研究所 (環境研) とは？



## —要点—

1. 六ヶ所村にある大型再処理施設（原子力発電所の使用済み燃料を再処理する工場）から排出される放射性物質に関する研究をする研究所である。
2. 青森県は大型再処理施設の六ヶ所村への立地要請を契機に、地域住民や県民の安全・安心が得られるよう関連研究所等の設置を国に要望し、これを受けて平成2年に、同村内に環境科学技術研究所が設立された。
3. （公財）環境科学技術研究所は、大型再処理施設と尾駮（おぶち）沼をはさんで、尾駮地区に環境研の本所、鷹架（たかほこ）地区に先端分子生物科学研究センターがある。
4. 尾駮沼や鷹架沼といった湖沼、そして東側は太平洋に面し、西側はむつ湾を望んで、周囲には水環境が多いという特徴がある。

# 環境研 調査研究の2つの柱



## 排出放射性物質影響調査



### —要点—

(公財) 環境科学技術研究所には2つの研究部があり、平成2年の創設時より、国や青森県から排出放射性物質影響調査を受託して行っている。

#### 1. 環境影響研究部

再処理施設から排出された放射性物質が環境中でどのように動くのかを明らかにして、その動きを予測し、被ばく線量を評価するモデルを構築している。

#### 2. 生物影響研究部

低線量・低線量率の放射線（合計して少量、時間あたりで少ない量、の放射線）を長期間受けた生物に、どのような影響があるかを調査している。

# 環境研は調査研究以外にも..



## 情報発信活動

成果報告会  
出前説明会  
ホームページによる情報発信  
「放射線の基礎知識」等のパンフレット作成と配布



## 人材育成支援等

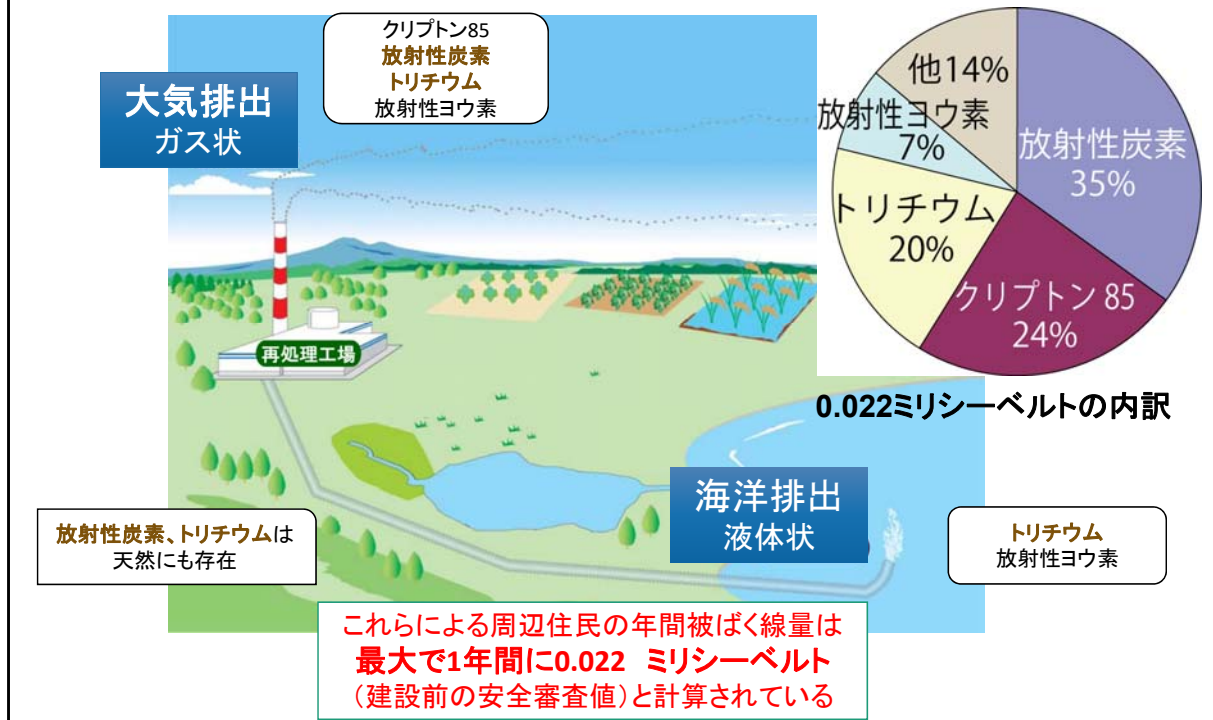
大学生の実習  
大学の非常勤講師派遣  
理科教室  
職場体験  
施設公開・セミナーの開催



—要点—

1. 調査に加えて、排出放射性物質影響調査の情報発信活動、人材育成支援などの活動も行っている。

# 大型再処理施設から出る主な放射性物質



## —要点—

1. 大型再処理施設からの排気、排水に放射性物質が含まれる。排気は、再処理施設にある主排気塔という煙突から大気中に、排水は、六ヶ所村沖合の海洋排出口から海洋中に出される。いずれも、拡散して薄まっていく。
2. 出てくる放射性物質の代表的なものとして、放射性炭素（炭素14）、クリプトン85、トリチウム、放射性ヨウ素の放射性物質の4種類が挙げられる。
3. 想定される放射性物質の排出量から計算した結果、周辺住民の方が受ける1年あたりの最大の放射線量は0.022ミリシーベルト（22マイクロシーベルト）とされている\*。
4. 今回の調査の報告で取り上げる“放射性炭素”は、その中で35%を占める。

\*身近な放射線量では、日本人の自然放射線から受ける放射線量が1年あたり約2.1ミリシーベルト（2100マイクロシーベルト）、集団検診の胸部X線撮影で1回あたり50マイクロシーベルト程度。





放射性物質の**環境中での動き**を調べ、人体や生態系に対する**現実的な放射線の線量評価**に関する調査研究を行っています。

## —要点—

1. 環境影響研究部では、大型再処理施設から排出される放射性物質の環境中での動きに関する調査を行っている。
2. 私たち環境影響部の一番の調査目的は、環境中での放射性物質の動きをモデル化し、現実的な被ばく線量やその分布が評価できるようにすることである。

# 環境影響研究部の調査詳細



## —要点—

1. 環境影響研究部が進めている調査内容の詳細である。1つの大きな柱となる調査及び付随する2つの調査を行っている。
2. 大きな柱の研究として、大型再処理施設から排出される放射性物質から周辺住民が受ける現実的な被ばく線量が評価できるようなモデル（コンピュータシミュレーションモデル）の構築を行っている。そのモデルに関連する研究として、青森県産物（果樹や海産物）に関する調査や土壌への移行蓄積に関する調査、今回紹介をする人体内の放射性物質の動きに関する調査を行っている。
3. その他、環境生態系自体も放射線から防護されるべきであるとの国際的な認識の高まりを受け、施設周辺の動植物の被ばく線量評価法の開発を行っている。
4. また、環境中に放出された放射性物質等の土壌から農作物への移行低減化に関する調査も行っている。

# 食べ物から被ばくする！？

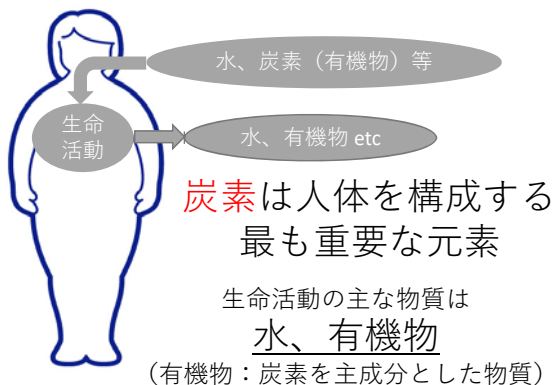
～体内に入った放射性炭素からの放射線～

体内に取り込んだ放射性炭素から  
受ける放射線の量を調べてみました

環境影響研究部

増田 毅

# 放射性炭素（炭素14）って何？

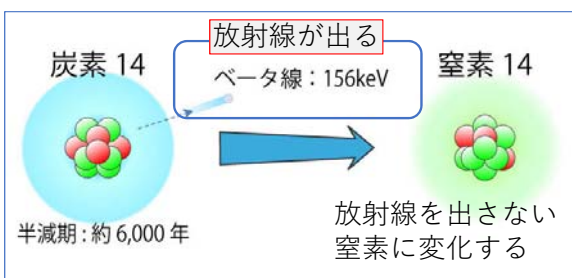


	$^{12}\text{C}$	$^{13}\text{C}$	$^{14}\text{C}$
陽子	6	6	6
中性子	6	7	8
質量数	12	13	14
存在比	98.93%	1.07%	微量

通常はほとんどが炭素12

安定同位体

放射性炭素



炭素は3種類の重さが違う元素がある

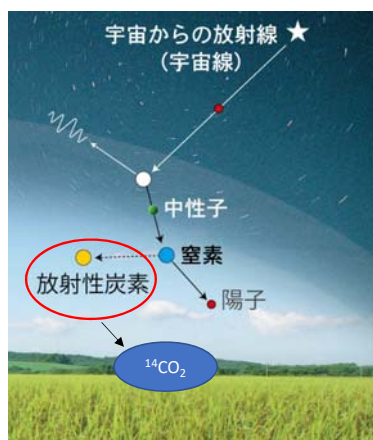
## —要点—

1. 人体を構成する主な物質は水と有機物であり、有機物の核となる元素が“炭素”である。炭素は人体を構成する元素の中で最も重要な元素である。
2. 炭素は3種類あり、ほとんどは放射性物質を出さない炭素12、炭素13であるが、炭素14が微量、環境中に存在する。
3. 炭素14は時間に従った一定の確率で放射線を出して安定な物質（窒素・・・空気の主成分）に物理的に変化する。
4. この変化によって炭素14の量が減っていく速さは、約6000年で元の炭素14の半分の量になる速さであり、このことから炭素14の物理的半減期は約6000年であるという。

⇒時間が経てばなくなってしまう炭素14が今も地球上にあるのはなぜ？

次のスライドへ

# 放射性炭素の発生源



宇宙からの放射線と大気中の窒素が反応してできる天然のもの



原子力施設等から人工的に発生した放射線炭素が排出される

$^{14}\text{CO}_2$  : 二酸化炭素 (放射性炭素  $^{14}\text{C}$  からなる)

## —要点—

1. 放射性炭素は、宇宙からくる放射線が原因で常に発生しており、元々、発生速度と物理的半減期による消失速度のバランスする一定の濃度で、自然環境中に微量ではあるが存在している（天然の放射性炭素）。
2. 大型再処理施設が稼働すると、気体状の放射性物質が主排気塔から排出され、それには放射性炭素が含まれている（人工の放射性炭素）。
3. いずれの放射性炭素も、その多くが二酸化炭素の形である。

⇒供給と消失のバランスが変われば濃度は変わる。それを利用した例を。

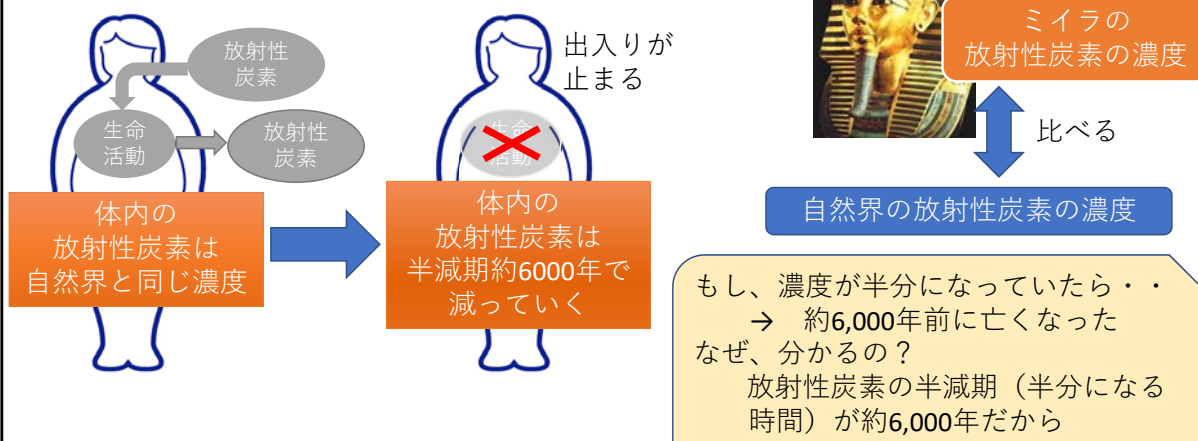
次のスライドで

# 身近に役に立ってる放射性炭素 ～放射性炭素年代測定～

放射性炭素は常に発生しており環境中の天然の放射性炭素の濃度は一定

例えば

放射性炭素の  
自然界の濃度  
0.00000000012%



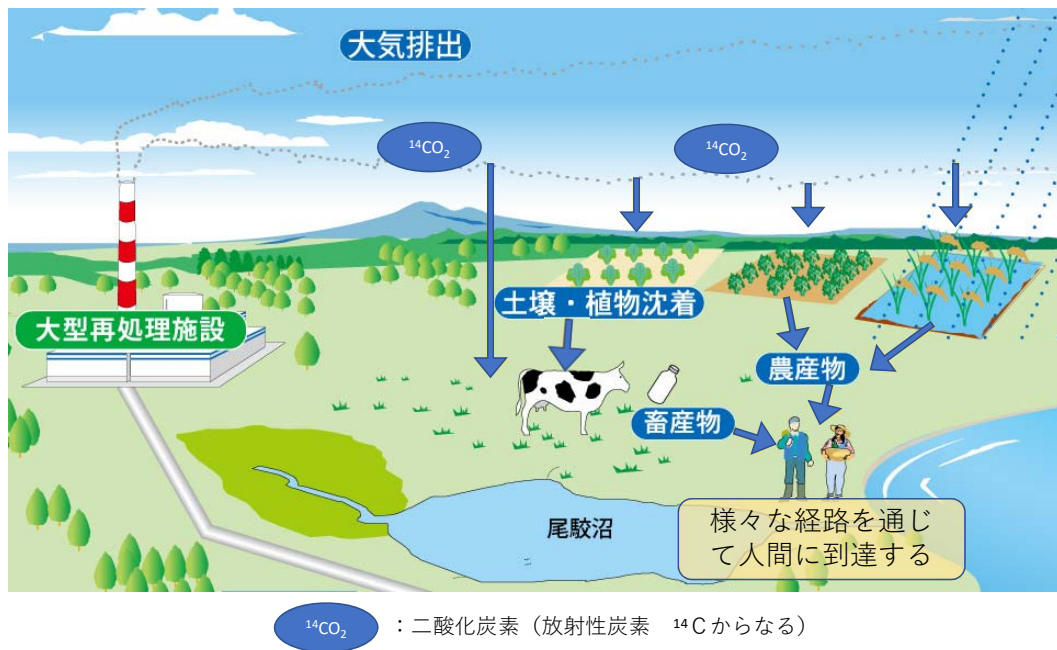
## —要点—

1. 放射性炭素は、考古学の分野で大活躍している。
2. 天然の放射性炭素は太古の昔から常に作られており、環境中の濃度は、ほぼ一定であったと考えられている。
3. 生命体を考えた場合、生きている間は自然界の濃度の放射性炭素を取り込むとともに、それを自然界の濃度で排出もするため、体内の濃度は自然界の濃度と同じで一定である。
4. 生命活動が止まると、放射性炭素の出入りが無くなってしまうため、放射性炭素の物理的半減期に従った変化（放射線を出して窒素になる）により、体内の濃度は減っていく。
5. この現象を利用して、放射性炭素の濃度の変化から、生命活動が止まった時の時期が推測できる。

⇒このように人間は生きている間は自然界と同じ炭素14濃度になっているが、では再処理施設から排出される炭素14はどうか？

次のスライドで

# 環境中での放射性炭素は主に農畜産物を通して人間にやって来る



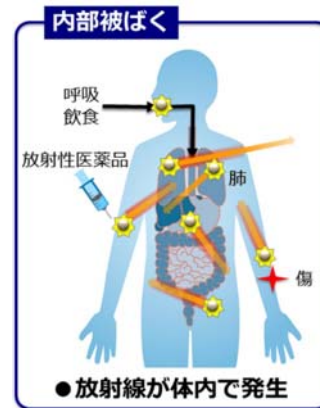
## —要点—

1. 放射性炭素は、主に二酸化炭素 ( $\text{CO}_2$ ) の形で排出されるため、植物の光合成などによって取り込まれる。
2. 様々な経路を通じて人間に到達することになるが、主には農産物の摂取を通じて到達する。これは宇宙放射線由来の炭素14と同じである。
3. どのくらいの量の炭素14を摂取するかはこれまでの調査でよく調べられ、影響の評価がされており、全く問題のない量であることが明らかにされている。

⇒問題のない量ではあるが、では、その影響の評価の仕方の方に問題がないか？ それも確認してみたい。

次のスライドへ

# 放射性炭素からの 放射線の被ばくは食べ物が主な原因



内部被ばくは体の中の放射性物質で発生する放射線から受ける



放射性物質が体内に残っているとずっと受け続けることになる  
(すぐに出て行ってしまえば、ほとんど被ばくしない)

## —要点—

1. 放射性炭素による被ばくは、主に食べ物に含まれているものを体内に取り込むことが、原因である。
2. 食事によって体内に取り込まれた放射性炭素から出る放射線を受けて、“内部被ばく”をする。
3. 内部被ばくは、取り込んだ炭素14が体内に残っている間はずっと続くことになる（物理的半減期に従った減少は人の一生に比べて非常に長いため、生きている間は減らないと考えてよい）。
4. 一方、呼気中の二酸化炭素等での排泄によって体内炭素14量は減っていく（このようにして体内残留量が半量にまで減る時間を生物学的半減期という）。
5. 従って、どれだけの内部被ばくをするかは体内残留量の減り方によって変わってくる。

⇒その減り方はどのようになっていると考えられているのか、それによってどのように内部被ばく線量は計算されているのか？

次のスライドで



## 体の中に入った放射性炭素からの被ばく線量を調べるには？

体の中に入った“放射性炭素”からどのくらいの放射線量を被ばくするのか？

**ICRP**  
INTERNATIONAL COMMISSION ON  
RADIOLOGICAL PROTECTION  
国際放射線防護委員会



私たちは  
より正確な評価が  
したい！

半減期  
40日で  
評価を！

環境研

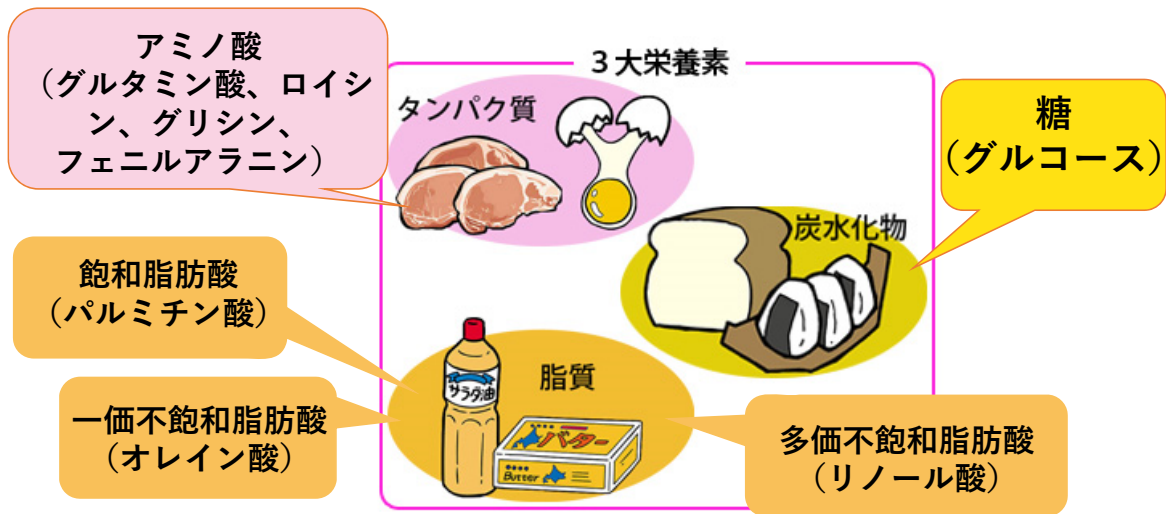
### —要点—

1. 体の中に入った放射性炭素による被ばく線量の評価について、指針を定めているのは、ICRP（国際放射線防護委員会）である。ICRPは放射線から身を守るための指針や基準を定める国際機関である。
2. ICRPの評価方法では生物学的半減期40日としている。
3. しかし、これはいろいろな状況をカバーするための大雑把な評価であり、実験データに基づかない数値である。実際には炭素14を含む食べ物によってこの速さは全く違うと考えられる。
4. 実験データを得ることにより、この数値がどの程度現実に即しているかを確認することには意義がある。
5. 我々は日本人の食事の摂取状況など、実際に即したより正確な評価をすることを目的としている

⇒そこで環境研（IES）では、どのような実験でそれを明らかにしようとしているのか？

次のスライドで

# 食べ物の種類によって“栄養素”が異なる



栄養素は、有機物（炭素が核となる物質）であり、放射性炭素がどの栄養素に含まれた状態であるのか？が体内の残留を調べる上で重要。

## —要点—

1. 栄養素によって、体内での使われ方が異なる。
2. 従って、体の中での動きがそれぞれ違うことが考えられ、体内の残留量、残留時間も異なることが予想される。
3. 放射性炭素の体内での残留量が多くなるほど、残留時間が長くなるほど、被ばく線量が大きくなることから、栄養素によって被ばく線量が異なることが予想される。
4. 摂取量が多い3大栄養素、タンパク質、脂質、炭水化物、それぞれの構成要素であるアミノ酸、脂肪酸、糖について、実際に人を使った実験で摂取後の体内残留量を調べている。

⇒人で実験しているといっても放射性の炭素14を飲ませるようなことは不可能。  
ではどうしているか？

次のスライドで

# そこで、炭素13 ( $^{13}\text{C}$ ) を多く含む栄養素 を食品に混ぜて実験を行いました



$^{13}\text{C}$ 標識物質を溶かしたスープ



被験者

	$^{12}\text{C}$	$^{13}\text{C}$	$^{14}\text{C}$
陽子	6	6	6
中性子	6	7	8
質量数	12	13	14
存在比	98.93%	1.07%	微量

通常は  
ほとんどが  
炭素12

安定  
同位体

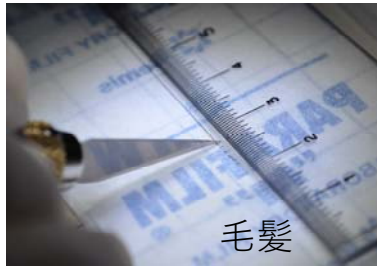
放射性  
炭素

重さが違うので判別可能

## —要点—

1. 体内に放射性炭素（炭素14）の代わりに炭素13を使って、実際にボランティア被験者に摂取してもらい、体外にどのくらい出てくるのか、体内にどのくらい残留するのか、調べてみた。
2. 通常の炭素は炭素12であり約99%を占めているが、約1%が炭素13という安定同位体であり、少しだけ重い。
3. 炭素13を増やした各栄養素を代表する化学物質（ $^{13}\text{C}$ 標識物質）を、それぞれ溶かした食べ物をボランティア被験者に摂取してもらい、実験を行った。

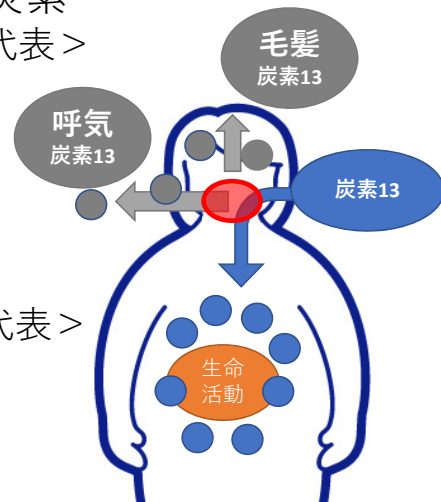
# 排泄炭素 1 3 ( $^{13}\text{C}$ ) 濃度の測定



毛髪の有機炭素  
<有機排泄を代表>



呼気 $\text{CO}_2$   
<無機排泄を代表>



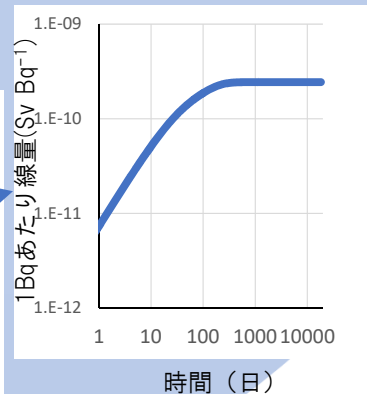
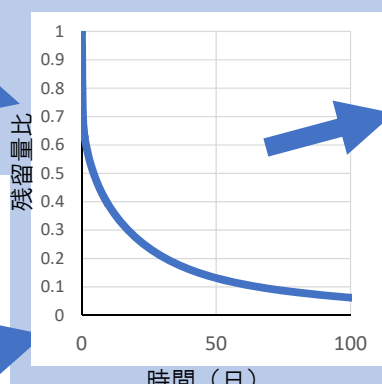
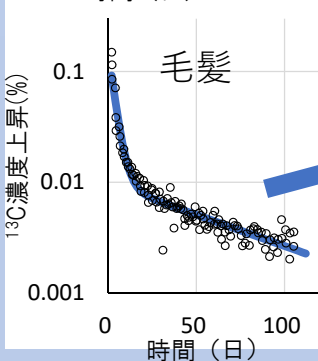
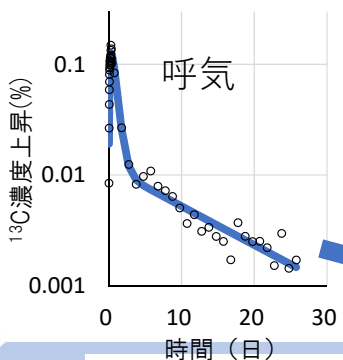
“どのくらいの速さで体外に排泄されたのか”  
“どのくらい体内に残留しているのかを評価する”

10

## —要点—

1. ボランティア被験者が炭素 1 3 を増やした物質を溶かした食物を食べた後、呼気、毛髪をサンプルとして、一定期間ごとに採取した。
2. 呼気（無機物による排泄）、毛髪（有機物による排泄）に含まれる炭素 1 3 の濃度を測定し、どのくらいの速さで体外に排泄されたのか、どのくらい体内に残留しているのか、評価を行った。

# データの解析



体内残留量

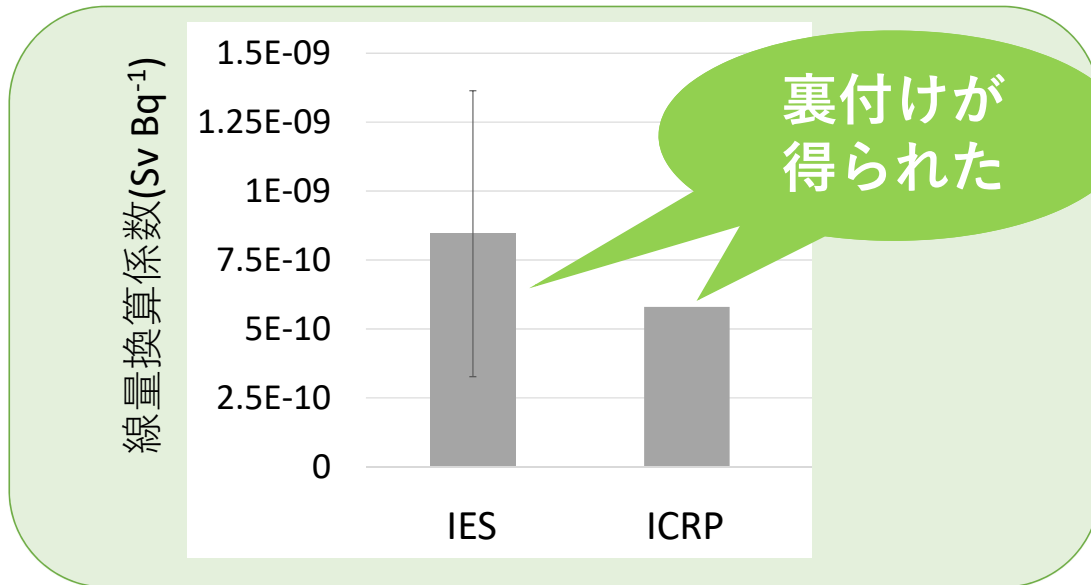
被ばく線量

試料濃度 ( 呼気や毛髪に含まれる炭素13の濃度 )

—要点—

1. 実験で得た呼気と毛髪サンプルの試料濃度（炭素13濃度）から排泄量を求めた。
2. 投与した量と排泄量の差から、体内残留量を求めた。
3. 体内残留量の積算から、被ばく線量を求めた。

## 結果：本調査で求めた線量換算係数



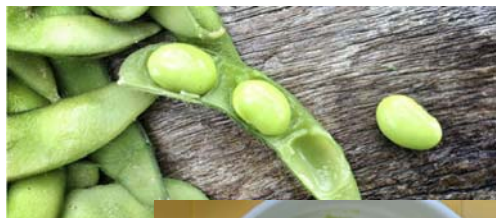
IES, 環境科学技術研究所のデータから求めた値

ICRP, 国際放射線防護委員会(ICRP)のモデルから求めた値

### —要点—

1. その結果、これまでICRP（国際放射線防護委員会）モデルで計算されていた「放射性炭素からの被ばく線量を求めるための係数（線量換算係数）」と大きく異なる値になることが分かった（その違いは10倍、100倍という桁違いのものではなく、最大でも3倍弱程度であり、場合によっては小さくなる可能性もあることが分かった）。
2. これまで実際の炭素代謝データによる裏付けのなかったICRPの値が、現実と乖離したものではないことを確認でき、現在行われている線量評価に対する安心を得ることができた。

## 現在進めている調査 (食材を使った検証)



$^{13}\text{C}$ 標識ダイズで作ったズンダ



$^{13}\text{C}$ 標識ラッカセイで作ったピーナッツバター

### —要点—

1. 現在は調査のまとめとして、炭素13を組み込んだ化学物質を使うのではなく、大豆や落花生といった実際の作物に炭素13を多く含むように栽培し、それらから作った食物をボランティア被験者に摂取してもらう実験を行っている。
2. これら食物に含まれている栄養素は分かっているので、今回の調査から計算で求めたものと、この実験で得られたデータを比較して、検証を進める予定である。
3. 今後、これらデータをまとめて論文発表を行い、ICRP等の国際機関において本データが有効に活用されるように働きかけていきたい。

# 生物影響研究の概要

少量の放射線の影響を  
マウスを使って調べる

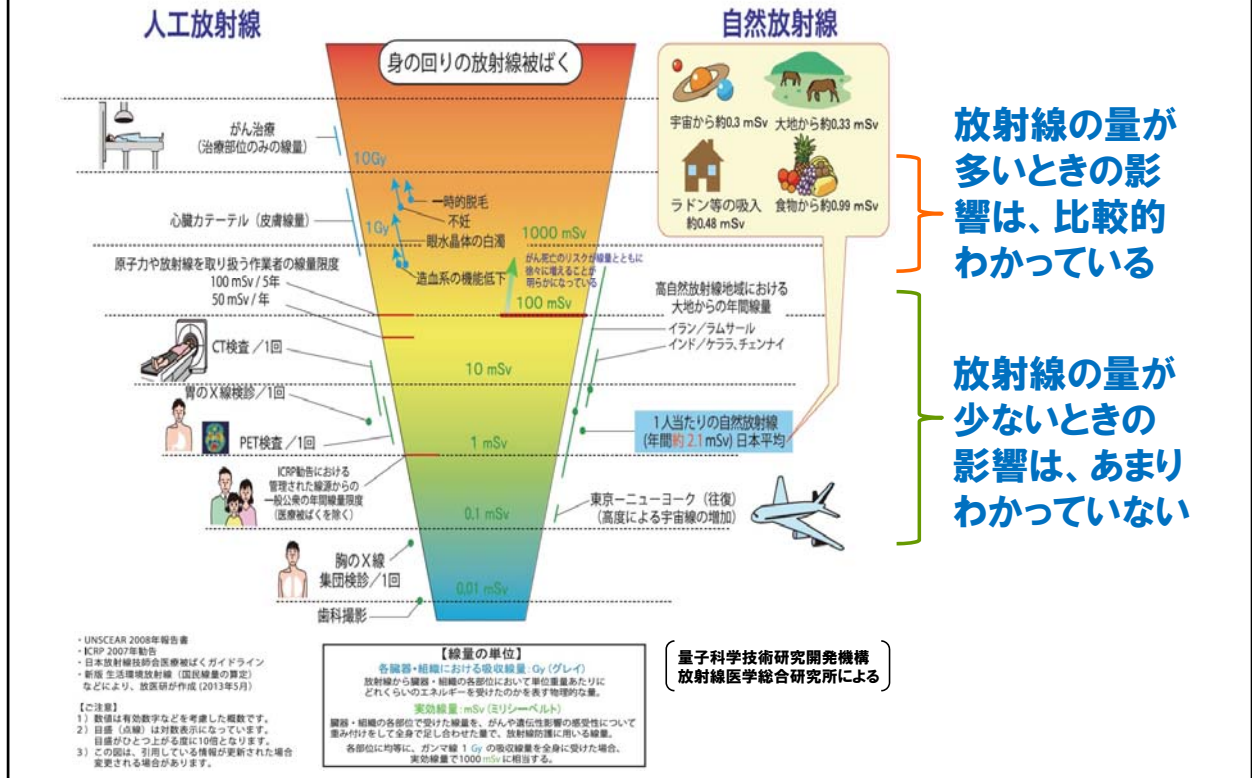
(公財) 環境科学技術研究所

生物影響研究部長

小村 潤一郎



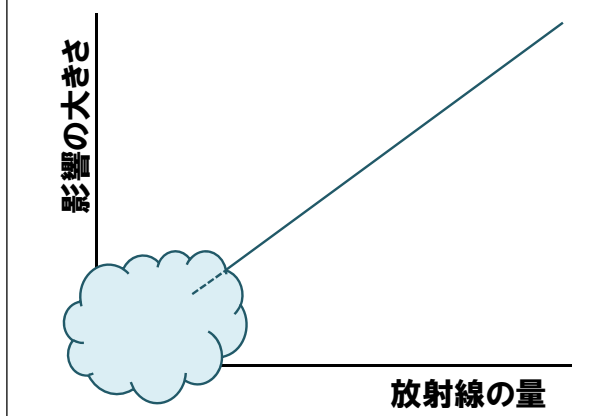
# 放射線被ばくの早見図



## —要点—

1. 人が放射線を被ばくしたときの影響については、放射線の量が多いときの影響は比較的よくわかっている。しかし、放射線の量が少ないときの影響はあまりよくわかっていない。
2. 環境からの被ばく、医療による被ばくなどを考える際に必要な情報は、放射線の量が少ないときの影響に関するものであるが、これは十分ではない。

## 放射線の量と影響の大きさの関係



放射線の影響に関する情報は、おもに広島、長崎の被ばく者の調査に依存している

放射線の量が少なくなると、その影響は小さくなり、検出が難しく、よくわかっていないことが多い

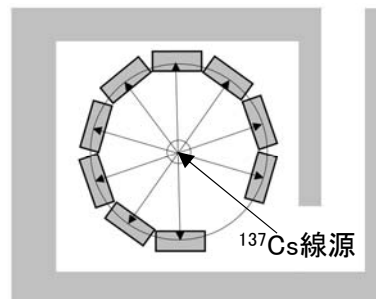


そこで、私たちは、少量の放射線、あるいは少量ずつの放射線の被ばくが生物に与える影響を、実験動物(マウス)を用いて調べている

## —要点—

1. 人が放射線を被ばくしたときの影響についての最大の情報源は、広島、長崎の原爆被ばく者に関する調査である。これによって、放射線の量が多いときの影響は、比較的よくわかっている。
2. しかし、放射線の量が少なくなると、それに従い生物への影響は小さくなっていくので、検出が難しく、よくわかっていないことが多い。
3. そこで、環境科学技術研究所では、少量の放射線、あるいは少量ずつの放射線の被ばくが生物に与える影響を、実験用のマウス（ハツカネズミ）を用いて調べている。

## 環境科学技術研究所の低線量率ガンマ線連続照射室



照射室を上から見た図



マウス飼育ケージ

**放射線を少しずつ長い期間にわたって多くのマウスに照射し、そのわずかな影響を調べている**

### —要点—

1. 環境科学技術研究所には、全部で9室の生物への放射線照射施設があるが、そのうち5室は、中心の放射性セシウム ( $^{137}\text{Cs}$ ) 線源をマウスのケージが等距離で取り囲む形になっている。
2. このようなタイプの照射室では、1室あたり300匹以上のマウスに対して、放射線を少しずつ長い期間にわたって照射することが可能である。

[右下] ケージ (かご) の中で飼育されているマウスの様子の動画。左側には、運動用の廻し車があり、右側には、餌がある。

放射線を少しずつ長い期間にわたって被ばくすると、



どんな病気になるの？

寿命は？

胎児や子どもが被ばくすると影響が大きいのか？

がんが増えるのか？

影響は子孫に伝わるのか？

もし悪い影響があるなら、それを打ち消すことはできるのか？



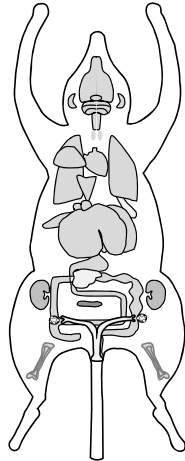
—要点—

1. 私たちは、マウスに放射線を少しずつ長い期間にわたって照射し、その影響を調べているが、その際、特に情報を得たいと考えている事柄を、ここに記載した。
2. これらについては、既に調べたものもあるし、現在調べているもの、将来調べる計画となっているものもある。

本日の話は、これらのうち、「どんな病気になるのか？」に関するものである。

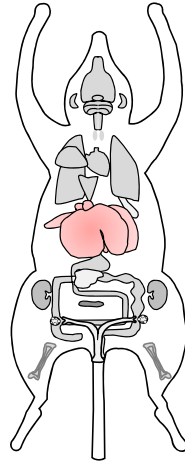
## マウスにガンマ線を少しずつ（低線量率で）400日間照射したときに見られる病気

毎日0.05ミリグレイ照射  
(総線量20ミリグレイ)  
低線量率・低線量



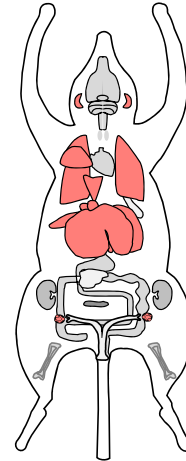
明確な変化  
認められず

毎日1ミリグレイ照射  
(総線量400ミリグレイ)  
低線量率・中線量



肝臓がんが増加

毎日20ミリグレイ照射  
(総線量8000ミリグレイ)  
低線量率・高線量



肝臓、肺、卵巣など  
のがんや脂肪肝など  
が増加

### —要点—

1. 少しずつの放射線でも、長期の被ばくで総線量が多いと、がんなどさまざまな病気になるマウスの数が増えたり、あるいは病気が早い時期に見られたりする。
2. 本日の題材となっているのは、がんではなく、人のメタボリックシンドロームに似た状態である。

国連の委員会（UNSCEAR）では、下記のような定義をしている。

[線量率について]

低線量率：0.1 ミリグレイ/分（=144ミリグレイ/日）より少ない

[総線量について]

極低線量：約10ミリグレイより少ない

低線量：約10ミリグレイ～約100ミリグレイ

中線量：約100ミリグレイ～約1グレイ

高線量：約1グレイより多い

放射線を少しずつ長い期間にわたって被ばくと、

どんな病気になるの？

寿命は？

がんが増えるの？

胎児や子どもが被ばくと影響が大きいのか？

影響は子孫に伝わるのか？

もし悪い影響があるなら、それを打ち消すことはできるのか？

—要点—

1. 本題に入る前に、私たちが最初に行った実験、「寿命は？」に関する実験について説明する。

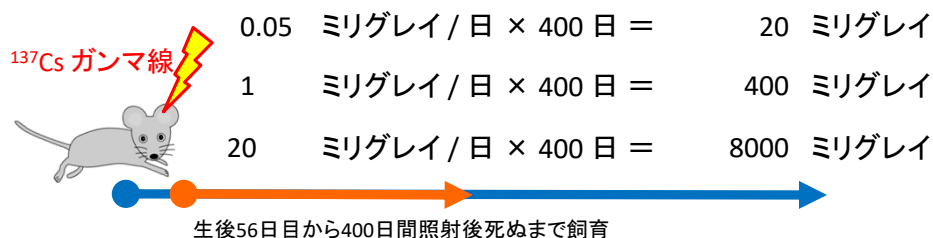
## 寿命は？ 実験の概要

マウスにガンマ線を少しずつ(低線量率で)400日間照射したときの寿命短縮を調べた

非照射群(オス、メス500匹ずつ)



照射群(それぞれの線量率でオス、メス500匹ずつを400日間連続照射)

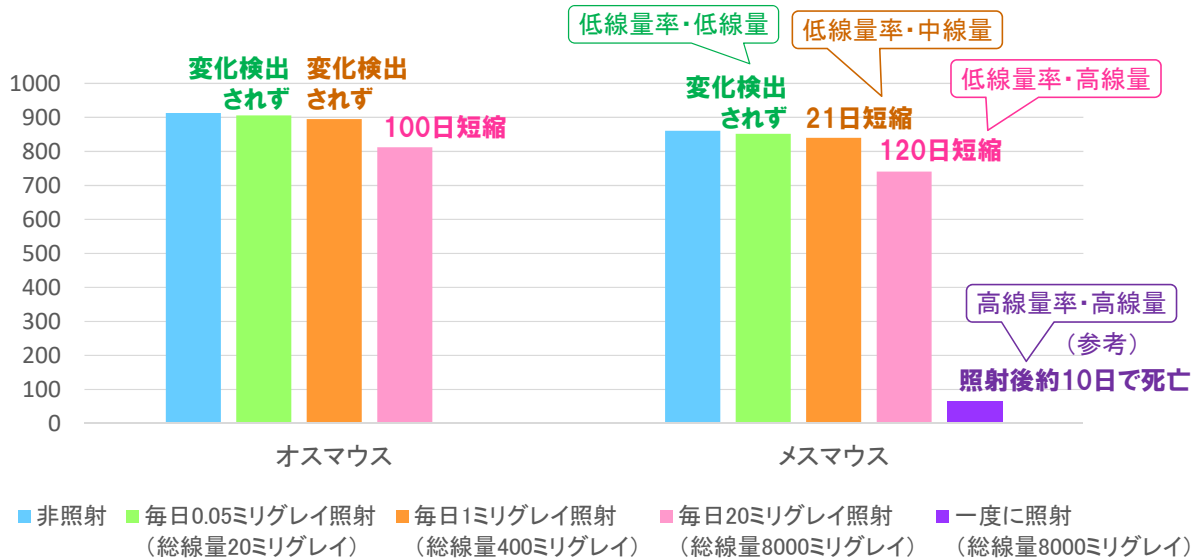


非照射群と比較して寿命は短くなる？

### —要点—

- この実験では、1グループ500匹のマウスにガンマ線を少しずつ(低線量率で)長期にわたって照射し、照射後もずっと飼育し、寿命を調べた。
- マウスの寿命は約3年であるが、照射は生後56日目(大人になったばかり)から400日間(中年になるまで)行った。
- マウスへの放射線の照射は以下の3つの条件である。
  - 1日あたりの線量が0.05ミリグレイで総線量が20ミリグレイ
  - 1日あたりの線量が1ミリグレイで総線量が400ミリグレイ
  - 1日あたりの線量が20ミリグレイで総線量が8000ミリグレイ

## マウスにガンマ線を少しずつ（低線量率で）400日間照射したときの寿命



低線量率の被ばくであっても、総線量が多くなると、寿命短縮などの影響が見られるが、低線量率・低線量だと明確な影響は認められない

### —要点—

- 実験の結果は以下の通りであった。
  - 1日あたりの線量が0.05ミリグレイで総線量が20ミリグレイのときには、明確な（統計的に有意な）影響は見られなかった。
  - 1日あたりの線量が1ミリグレイで総線量が400ミリグレイのときには、メスのみで寿命短縮が見られた。
  - 1日あたりの線量が20ミリグレイで総線量が8000ミリグレイのときには、オス、メス両方とも寿命短縮が見られた。
- 福島における避難指示基準（20ミリシーベルト/年）や職業人の被ばく限度（100ミリシーベルト/5年＝20ミリシーベルト/年）は、このスライドの実験で用いられた最も低い線量率（0.05ミリグレイ/日＝20ミリグレイ/400日）にほぼ相当する。線量の単位グレイ（Gy）とシーベルト（Sv）は、ここではほぼ同じと考えてよい。
- この後の話の実験では、このスライドの実験で用いられた最も高い線量率（20ミリグレイ/日）が用いられており、総線量も人の放射線被ばくで一般に問題とされる線量より、はるかに多い。



# 放射線とメタボ

～放射線のマウス肝臓への影響～

低線量率放射線を被ばくした  
マウスの肝臓を調べてみました

生物影響研究部

杉原 崇

—要点—

1. 今回の内容は、意外な組み合わせに思われるかもしれないが、マウスへの低線量率放射線照射で見られるメタボリックシンドロームのような症状についてである。



青森県統計グラフコンクール 青森県知事賞  
弘前大学教育学部附属中学校1年  
高谷 寛裕さんのポスター



青森県民の人口動態統計をしてみました。

—要点—

1. 初めに皆様に馴染みのある青森県民の健康を題材にしてデータを考えてから、我々の成果報告についての話を進める。
2. 環境科学技術研究所の調査において、低線量率放射線の被ばくによる寿命短縮がみられたが、この“寿命”で連想されるのが、青森県民の寿命に関してである。

# 日本人の県別の平均寿命

## 男性

順位	平成12年		平成17年		平成22年		平成27年	
	都道府県	平均寿命	都道府県	平均寿命	都道府県	平均寿命	都道府県	平均寿命
1	長野	78.90	長野	78.08	長野	80.88	滋賀	81.78
2	福井	78.55	福井	77.51	滋賀	80.58	長野	81.75
3	奈良	78.36	熊本	77.31	福井	80.47	京都	81.40
4	熊本	78.29	沖縄	77.22	熊本	80.29	奈良	81.36
5	神奈川	78.24	静岡	77.22	神奈川	80.25	神奈川	81.32
43	大阪	76.97	和歌山	76.07	長崎	78.88	鹿児島	80.02
44	佐賀	76.95	秋田	75.92	福島	78.84	和歌山	79.94
45	高知	76.85	大阪	75.90	岩手	78.53	岩手	79.86
46	秋田	76.81	兵庫	75.54	秋田	78.22	秋田	79.51
47	青森	75.67	青森	74.71	青森	77.28	青森	78.67

## 女性

順位	平成12年		平成17年		平成22年		平成27年	
	都道府県	平均寿命	都道府県	平均寿命	都道府県	平均寿命	都道府県	平均寿命
1	沖縄	86.01	沖縄	86.88	長野	87.18	長野	87.68
2	福井	85.39	島根	86.57	島根	87.07	岡山	87.67
3	長野	85.31	熊本	86.54	沖縄	87.02	島根	87.64
4	熊本	85.30	岡山	86.49	熊本	86.98	滋賀	87.57
5	島根	85.30	長野	86.48	新潟	86.96	福井	87.54
43	福島	84.21	茨城	85.26	岩手	85.86	福島	86.40
44	茨城	84.21	大阪	85.20	茨城	85.83	秋田	86.38
45	栃木	84.04	秋田	85.19	和歌山	85.69	茨城	86.33
46	大阪	84.01	栃木	85.03	栃木	85.66	栃木	86.24
47	青森	83.69	青森	84.80	青森	85.34	青森	85.93

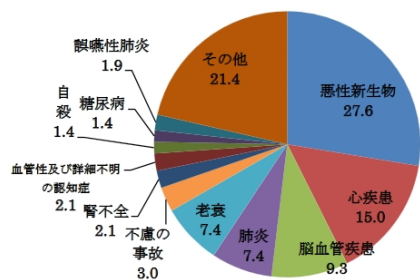
青森県民は日本の中では一番短命。

## 短命の原因は？

—要点—

1. 青森県民は平均寿命が男女ともに最下位であり、短命県である。

図5 主な死因別死亡数の割合（平成30年）



## 平成30年 青森県人口動態統計

青森県民はがんや脳血管疾患、糖尿病による死亡率の全国順位が高い

表3 主な死因別にみた死亡数・死亡率・順位

死 因	平成30年			平成29年		
	死 亡 数	率	全国順位	死 亡 数	率	全国順位
死亡総数	17,936	1,425.8	4	17,575	1,379.5	7
悪性新生物	4,947	393.2	2	4,986	391.4	2
心疾患	2,684	213.4	12	2,621	205.7	13
脳血管疾患	1,666	132.4	4	1,700	133.4	4
肺炎	1,336	106.2	7	1,407	110.4	8
老衰	1,328	105.6	18	1,178	92.5	22
不慮の事故	541	43.0	16	568	44.6	9
血管性及び詳細不明の認知症	376	29.9	3	336	26.4	5
腎不全	373	29.7	8	376	29.5	5
誤嚥性肺炎	332	26.4	39	240	18.8	47
自殺	259	20.6	2	265	20.8	3
糖尿病	254	20.2	1	242	19.0	2

いろいろな死因で順位が高い。

← **がん 全国2位**

← **脳血管疾患 全国4位**

← **腎不全 全国5位**

← **糖尿病 全国1位**

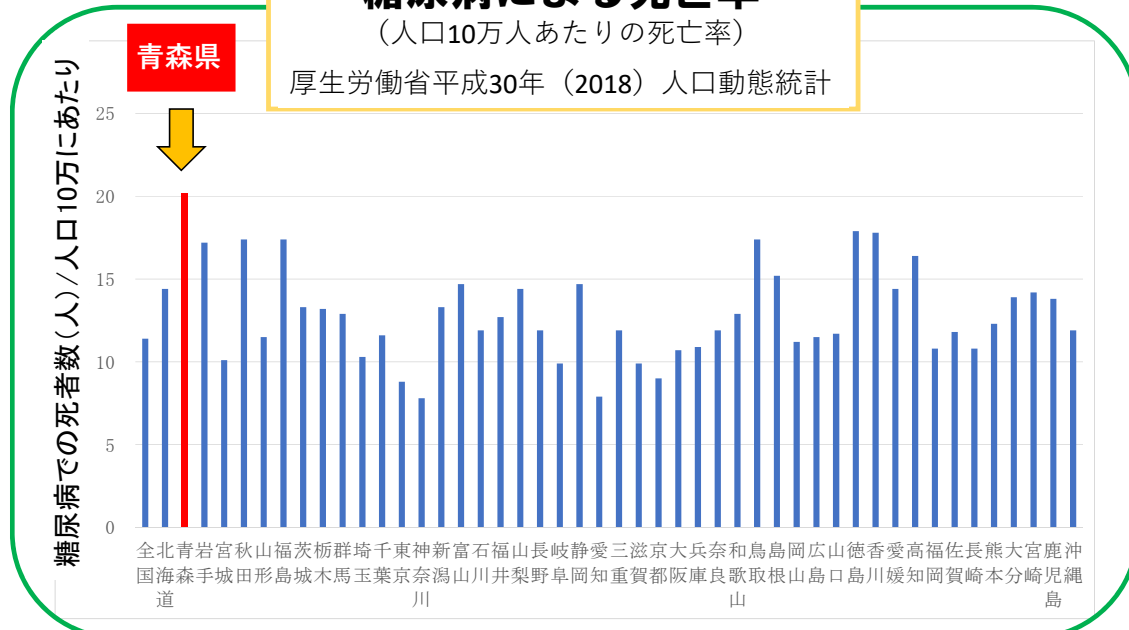
### —要点—

1. 寿命が短い原因は、青森県の人口動態統計にある、死因別にみた死亡数や死亡率をみると分かる。
2. がんによる死亡率が全国で2位、脳血管疾患が4位、腎不全が5位、糖尿病は全国で1位である。

## 糖尿病による死亡率

(人口10万人あたりの死亡率)

厚生労働省平成30年(2018)人口動態統計



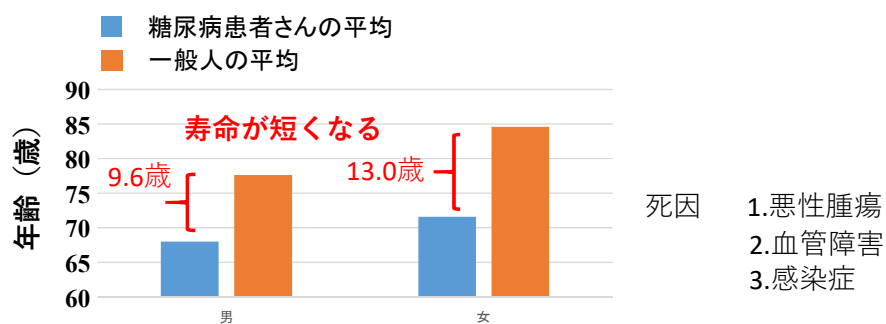
特に平成30年度は糖尿病による死亡率がワースト1位であった。

### —要点—

1. 青森県の死亡率で全国1位であった糖尿病であるが、平成30年度では人口10万人あたりで唯一、20名以上と、全国で最悪だった。

## 糖尿病（Ⅱ型）のリスクについて

1991－2000年に死亡した日本人糖尿病患者の平均死亡時年齢



糖尿病患者さんは一般の方より男女とも平均寿命が短い。

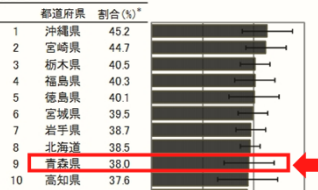
### —要点—

1. 糖尿病の95%はⅡ型であると言われているが、Ⅱ型糖尿病とは、遺伝的な要因に運動不足、食べ過ぎ等の生活習慣の乱れが加わって発症すると考えられている。
2. 糖尿病になってしまうと、男性で平均9.6歳、女性で13歳、一般人の平均に比べて寿命が短くなる。糖尿病になると、悪性腫瘍（がん）や血管障害で死亡する可能性が高くなる。

# 平成18年から25年までの肥満および生活習慣病の調査結果 (厚生労働省)



## 肥満者の割合 (男性20~69歳)



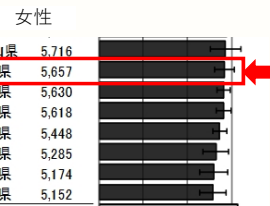
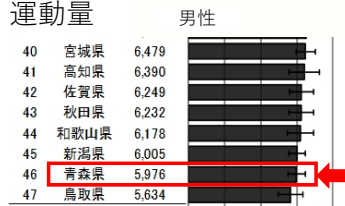
## 食塩摂取量 男性 (20歳以上)



## 女性 (20歳以上)



## 運動量



## 喫煙率



## 飲酒割合



### —要点—

1. 肥満や生活習慣病の各県ごとのデータである。
2. 青森県は、肥満者の割合が男性9位、食塩摂取量が男性2位、女性5位、運動量が男性46位、女性41位、喫煙率が男性1位、飲酒割合が男性1位 . . . . .

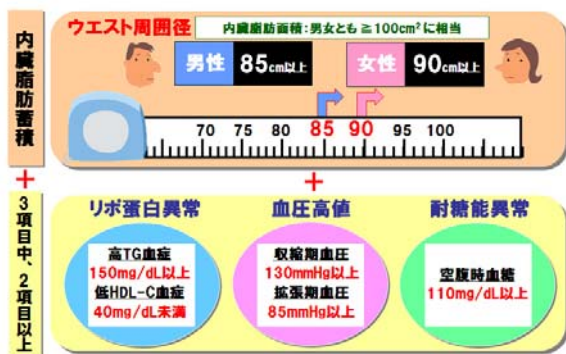
# 青森県民の生活習慣から見えてくるもの



青森県民の生活習慣の特徴

- ・塩分摂取多い
- ・よく喫煙する習慣
- ・よく飲酒する習慣
- ・肥満多い
- ・運動量少ない

## メタボリックシンドロームの診断基準



メタボリックシンドロームになりやすい

生活習慣病になりやすい

(糖尿病・脂肪肝)

青森県民の生活習慣はメタボリックシンドロームを引き起こし易く、生活習慣病を発症しやすい。

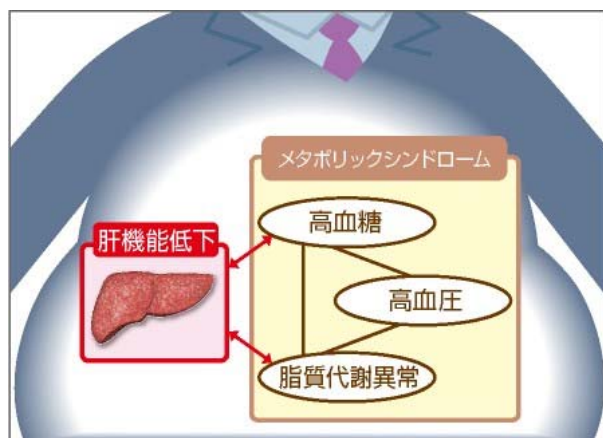
HPから引用

## —要点—

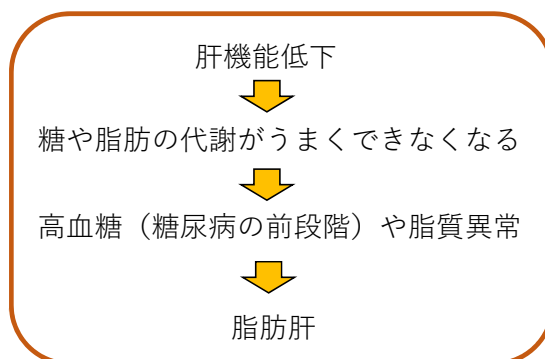
1. このような生活習慣が、メタボリックシンドロームにつながり、青森県民の糖尿病の多さにつながっている可能性がある。



## メタボリックシンドロームと肝機能



よく分かる肝機能ナビ <https://kankinou.net/metabo/karada.html>より引用



メタボリックシンドロームと肝臓機能低下は密接に関係している。

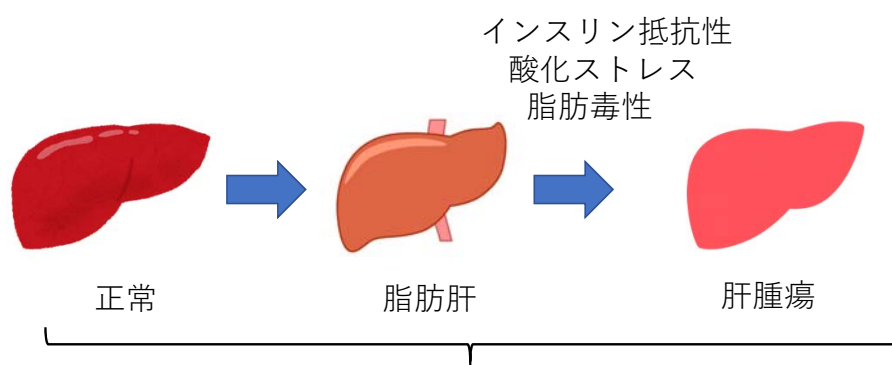
### —要点—

1. メタボリックシンドロームと肝機能低下は密接に関係している。
2. メタボリックシンドローム特定検診でも、肝機能検査が検査項目として行われている。
3. 肝臓の機能としてアルコールなどの解毒は知られているが、それ以外にも、血液中の糖分を一定に保ったり、食べ物からとった脂肪を体の中で使えるような形にして全身に送り出す機能がある。
4. 肝機能が低下すると、このような機能が働かなくなり、糖尿病の前段階である高血糖や脂質異常が起こり、肝臓自体も“脂肪肝”になってしまう。

## そこで、肝臓の働きに注目！



1. 蛋白の合成・栄養の貯蔵
2. 有害物質の解毒・分解
3. 食べ物の消化に必要な胆汁の合成・分泌



これまで、私たちは、低線量率放射線照射によって起こるマウス肝臓疾患に関わる様々な変化を調べてきました。

### —要点—

1. そこで、私は、“肝臓”という組織に注目し、低線量率・低線量放射線を長期連続照射されたマウスの影響について調査を行った。

### —これまでの私の実績—

1) Sugihara T., Tanaka S., Braga-Tanaka I. 3rd, Murano H., Nakamura-Murano M., Komura J. Screening of biomarkers for liver adenoma in low-dose-rate  $\gamma$ -ray-irradiated mice. *Int J Radiat Biol.* (2018), 94(4), 315-326

低線量率放射線(20ミリグレイ/日)を長期連続照射したときの肝細胞腺腫(肝臓に関する研究)に関して、それを検知するためのバイオマーカー(生物学的指標)を特定する研究について報告した。

2) Sugihara T., Murano H, Nakamura M, Tanaka K. In vivo partial bystander study in a mouse model by chronic medium-dose-rate  $\gamma$ -ray irradiation. *Radiat Res.* (2013), 179(2), 221-31.

低線量率放射線、中線量率放射線を連続照射したマウスの血液中の物質の変化に関する研究を行い、報告した。

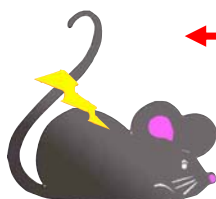
その他 多数

## 低線量率照射マウスの体重・脂肪肝

環境科学技術研究所で行った経時的剖検実験

非照射対照群

20 mGy/22時間/日



400日間照射  
し続ける。



低線量率照射室

400日間照射した後、  
照射をやめて通常飼育

照射開始100日目から100日おきにマウスを解剖し、  
肝臓の病理診断、遺伝子発現解析を行ってきました。



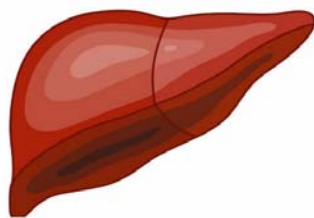
脂肪肝  
(メタボ)  
なの？

—要点—

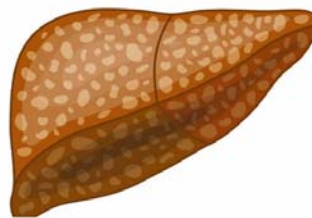
1. メスマウスに1日20ミリグレイの放射線を毎日400日間（人の成人から中年期までに相当）照射した。
2. マウスを照射開始後、100日ごとに調べる実験を行った。

## 体重と脂肪肝について調べた結果

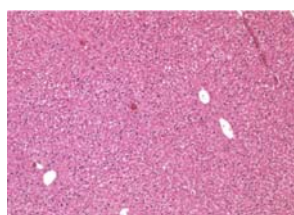
正常肝臓



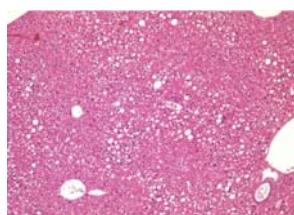
脂肪肝



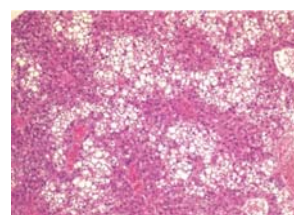
diLife • Diabetes 101 • Complications & Associated Conditions  
<https://diLife.com/fatty-liver-causes-symptoms-fatty-liver-diet/>より肝臓の図を引用



非照射 通常 356日目



照射 脂肪肝ぎみ 656日目

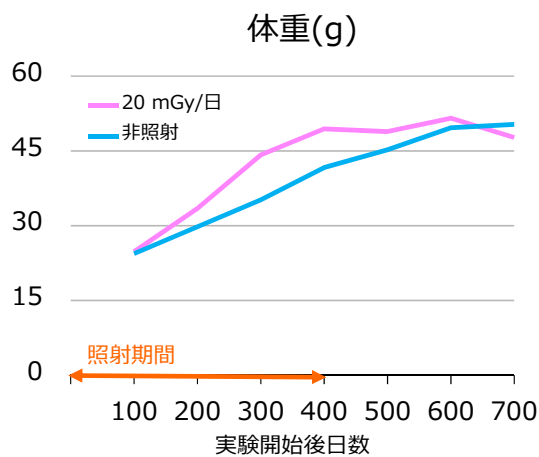


照射 脂肪肝 656日目

### —要点—

1. 環境科学技術研究所の20ミリグレイ/日（mGy/日）照射したメスマウスでは、脂肪肝の割合が増加した。
2. マウスの肝臓を採取して、特別な処理をして顕微鏡で観察すると、脂肪肝であるかないか、見分けることができる。白く見える部分が多くなるほど、脂肪肝である。

## 体重について調べた結果



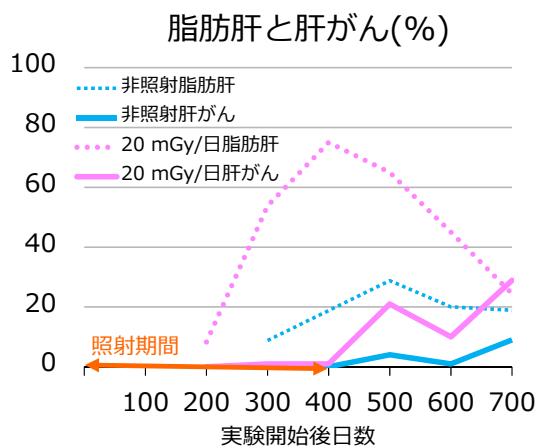
低線量率放射線照射されたメスマウスでは、体重が増加した。

### —要点—

1. 左のグラフを見ると、20ミリグレイ/日 (mGy/日) で照射したメスマウスは、照射開始後200日目から照射していないマウス (青い線) と比べて体重が重くなり (赤い線)、その差が大きくなっていくことが分かる。

## 脂肪肝、肝がんについて調べた結果

定期的に解剖して病理解析をした結果



低線量率放射線照射されたメスマウスでは、脂肪肝、肝がんが増えた。

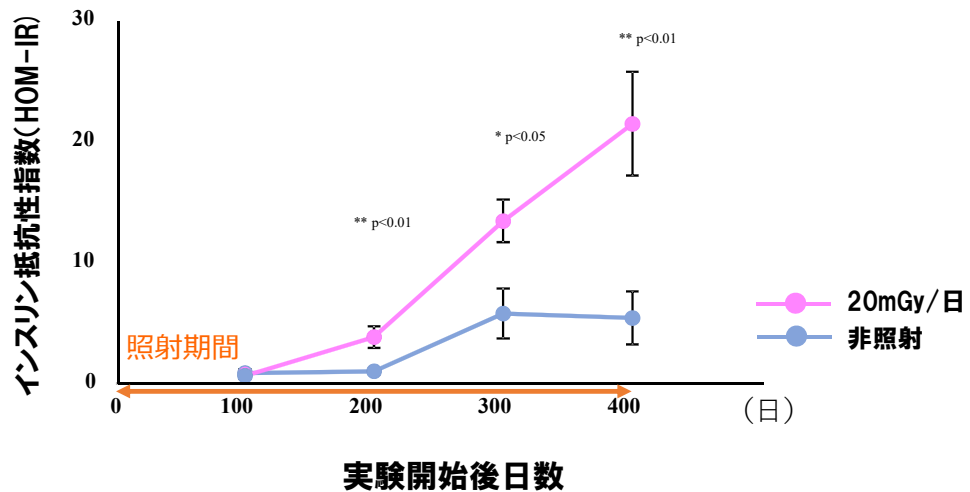
### —要点—

1. 照射したメスマウスの脂肪肝と肝がんは、前記の体重増加と同様に照射していないマウス（青い線）より多く発生し、その差が大きくなっていく（赤い線）ことが分かる。

## インスリン抵抗性指数 (HOMA-IR) を調べた結果



$$\text{HOMA-IR} = \text{空腹時インスリン値}(\mu\text{U/mL}) \times \text{空腹時血糖値}(\text{mg/dL}) / 405$$



低線量率放射線照射されたメスマウスでは、インスリン抵抗性指数が増えた。

### —要点—

1. インスリンが不足していないにもかかわらず、インスリンが正しく利用できない状態を「インスリン抵抗性」という。
2. インスリン抵抗性があると、糖尿病をはじめとして高血圧、高尿酸血症（痛風）、脂質異常症、脂肪肝を引き起こしたり、悪化させる。
3. 20ミリグレイ/日（mGy/日）で照射したメスマウスは、照射開始後200日目から照射していないマウス（青い線）と比べてインスリン抵抗性指数が増えることが分かる。



太ったマウス 通常のマウス (写真は太ったマウスのイメージです。)

低線量率（20ミリグレイ/日）放射線照射メスマウスでは、体重増加、脂肪肝と肝がんの増加が見られ、メタボリックシンドロームに似ている症状であることがわかった。

メタボリックシンドローム



高血糖：糖尿病

動脈硬化：狭心症、心筋梗塞、脳出血、脳梗塞  
肝がん

**長崎の原爆被ばく者のデータからヒトでも放射線による脂肪肝リスクが報告されています。**

Effects of Radiation on Fatty Liver and Metabolic Coronary Risk Factors among Atomic Bomb Survivors in Nagasaki. Akahoshi M. et al. Hypertens Res 2003; 26: 965-970

## 要点一

1. 低線量率（20ミリグレイ/日）放射線照射メスマウスは体重増加、脂肪肝の増加が見られ、メタボリックシンドロームのような状態であることがわかった。
2. この現象が、寿命短縮にどのようにつながっているのか？、“死因”にどのようにつながっていくのか？について実験を行なっている。



## 肥満の発がんリスクは？

放射線による発がんリスクと、他の要因による発がんリスクの比較（環境省HP）



※1 夫が非喫煙者である女性のグループに対し、夫が喫煙者である女性のグループのリスク。

※2 BMI(身長と体重から計算される肥満指数)23.0~24.9のグループに対し、BMI $\geq$ 30のグループのリスク。

※3 1日当たり420g摂取のグループに対し、1日当たり110g摂取のグループのリスク(中央値)

出典：「低線量被ばくのリスク管理に関するワーキンググループ報告書 平成23年12月 内閣官房」

### —要点—

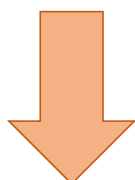
1. 環境省が、放射線による発がんリスクと、肥満や喫煙等の他の要因との比較をしている。
2. もし、“肥満”の状態であれば、放射線を200から500ミリシーベルト被ばくしたのと同じくらいの健康リスクがあると考えられている。
3. もし、喫煙であれば、1,000から2,000ミリシーベルト被ばくしたのと同じくらいの健康リスクがあり、肥満よりも危険であるとされている。

### <用語解説>

ミリシーベルト : “mSv” と表記され、放射線のヒトへの影響を表す単位。  
 今回のマウスを使った実験でのミリグレイ (mGy) の表記は、mSvと同じと見なすことができる (同じ形でヒトが放射線を受けた場合、 $1\text{mSv}=1\text{mGy}$  となる)。

## 低線量率放射線の生物影響に関する 今後の課題

低線量率放射線照射によってメタボリックシンドロームのような状態（代謝の異常）が起こっている



*Next Step !*

放射線影響の低減化

メタボ改善（運動療法、食事制限等によって）

人の代謝異常や発がんリスクの改善に役立つ知見が得られるかもしれない。

—要点—

1. 今後は、低線量率放射線がどのように、代謝異常の原因となるかを明らかにする必要がある。
2. 低線量率放射線照射の影響を減らしたり、改善したりできるようになれば、すなわち、人の一般的な健康を増進するために必要な基礎的な知見が得ることが期待できる。

# 日本海洋科学振興財団の紹介と 六ヶ所村沖合海洋放射能等調査概要

(公財)日本海洋科学振興財団  
むつ海洋研究所 所長  
渡邊 修一

1

## －要点－

日本海洋科学振興財団は排出放射性物質影響調査の中の六ヶ所村沖合海洋放射能等調査事業を受託し、実施しています。

本日は渡邊から日本海洋科学振興財団について先ず紹介させていただき、六ヶ所村沖合海洋放射能等調査事業の概要について話をしたのち、甲から六ヶ所村沖の流れについて紹介させていただきます。

公益財団法人

## 日本海洋科学振興財団

故日高孝次先生(初代の東京大学海洋研究所長)により昭和46年(1971)に設立された日高海洋科学振興財団を前身として、日本海洋科学振興財団は設立された財団です。



平成7年10月(1995.10) 日本海洋科学振興財団 発足  
日高海洋科学振興財団の名称及び寄付行為の一部を変更  
平成25年4月(2013.4) 公益財団法人化

### 財団の目的

- ・海洋科学及び技術研究の振興を図ること
- ・海洋科学及び技術に関する調査、研究等を行うこと
- ・我が国の海洋に関わる科学技術の発展に寄与すること
- .....

### 主な事業

- ・「日本海洋学会日高論文賞」の副賞授与
- ・若手研究者への海外渡航費の援助
- ・海洋に関する調査研究 ⇒ **六ヶ所村沖合海洋放射能等調査事業**
- ・「むつ科学技術館」の管理運営、イベント等開催  
(日本原子力開発機構からの受託事業)



2

### 一要点一

日本海洋科学振興財団は故日高孝次先生(初代の東京大学海洋研究所長)により設立された日高海洋科学振興財団を前身として、日本海洋科学振興財団は設立された財団です。財団の目的は海洋科学及び技術研究の振興を図り、また、自ら調査・研究を行うことにより海洋科学の発展に寄与することです。そのために、これらの事業を行っています。

## 六ヶ所村沖合海洋放射能等調査の目的

<http://www.aomori-hb.jp/index.html>

大型再処理施設から周辺海域に排出される放射性物質が海洋の中でどのように動くかをできるだけ正確に予測する

⇒ 青森県民の安心・安全につなげる

海洋中の物質の動きを予測するためには

- ・海を理解すること（観測）
- ・物理・化学に知識を使い、輸送モデルを構築

●実際に本事業では  
六ヶ所村沖合で海洋観測を行い（海を知る）、得た知識を使って

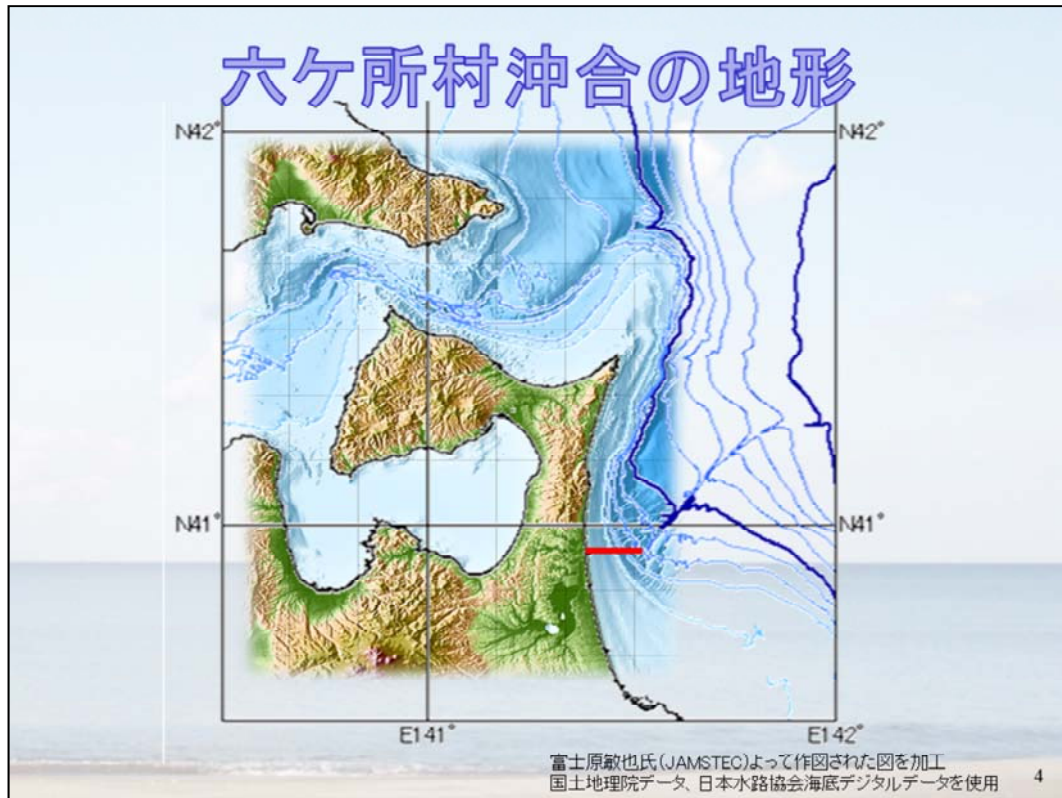
- ・海水の流れを予測する
- ・海洋中で物質の動きを予測する

ことを行なっています

3

### －要点－

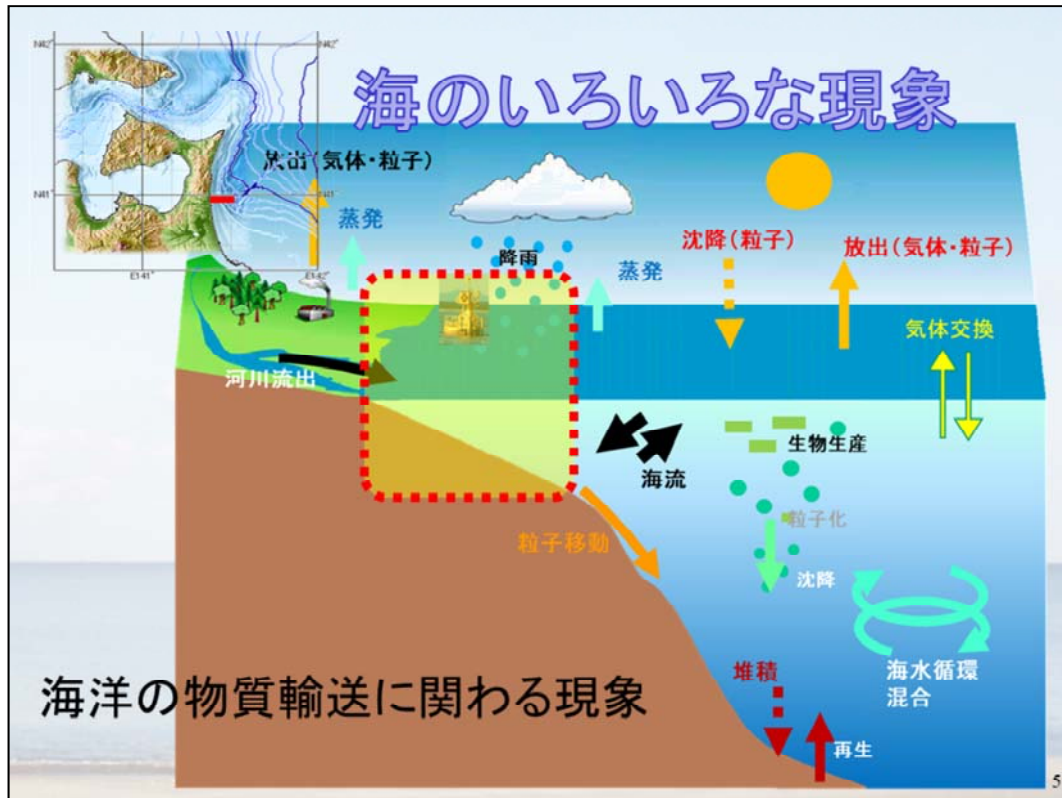
調査・研究事業の一つとして行っている六ヶ所村沖合海洋放射能等調査は、大型再処理施設から周辺海域に排出される放射性物質が海洋の中でどのように動くかをできるだけ正確に予測し、県民の安心・安全に繋げることを目的としています。そのために必要なのは、まず観測を通して六ヶ所沖合の海を理解すること、それらから得た知識を用いて放射性物質の輸送モデルを構築することです。具体的には、六ヶ所沖合で観測を行い、それらの結果を用いて流れや物質の動きを予測することです。



—要点—

ここで甲にバトンタッチを行うために、なぜ、観測すなわち六ヶ所沖合の海について知る必要があるかを考えてみたいと思います。

この図は六ヶ所村沖合の海底地形です。わずかな陸棚、海岸線から平らな部分があって、その圧は急激に深くなっています。そのような海域で起きている現象は次のようなものがあります。



—要点—

陸で放出された気体、粒子は大気を通して海面に運ばれます。また、海洋表層では生物が活動し、粒子を作ったりします。生物によって作られた粒子は海底に運ばれて堆積し、また、分解して海水に溶ける物質となってまた海の中へ運ばれます。さらに海水の混合や流れによってほかの場所へ運ばれます。放射性物質の動きを考えるためには、これらのことを十分に理解しておく必要があります。岸に近いところではより複雑な現象が関わっています。



—要点—

沿岸域の状況を示したのがこの図です。

河川からの流入があり、岸付近では外洋とは異なる流れがあり、また、六ヶ所村沖合では、その沖合に少し早めの流れがあります。その外側は外洋水となっています。

各流れの間で水や粒子・化学物質の交換が行われます。ここで陸から何らかの物質を放出すると、海水中の混合や拡散によって薄められます。さらに海水の流れに沿った水の移動によってほかの場所へ運ばれていきます。

これまでのスライドで示した種々の現象の中で特に物質の移動の大きくかかわっている主要な流れについて、六ヶ所村沖合放射能等調査事業等で分かったことを加えて、「六ヶ所村沖の流れについて」と題して報告いたします。





# 六ヶ所村沖の流れについて

(公財)日本海洋科学振興財団  
むつ海洋研究所  
甲 昭二

## 本日の内容

**1. 六ヶ所村沖の流れはどうなってるのか**

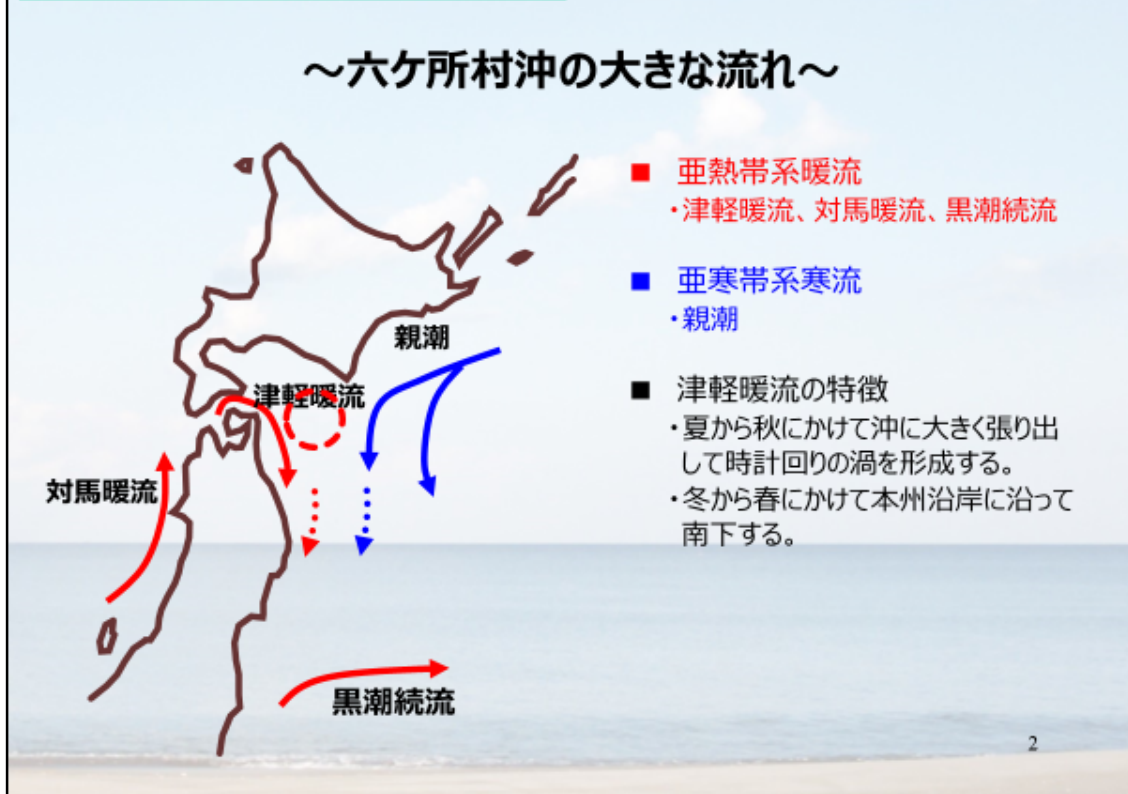
**2. 観測結果・シミュレーション結果の紹介**

～六ヶ所村沖の流れについて～

－要点－

六ヶ所村沖には二つの大きな流れがあります。この流れの基本的なこと、観測で得られた流れの特徴やシミュレーションモデルによって再現した流れについて報告します。

## 1. 六ヶ所村沖の流れはどうなっているのか



### — 要点 —

青森県東方沖は、日本海から津軽海峡を通過して流れ込む津軽暖流と、千島列島に沿って南下する親潮の影響を受けて複雑な流れを形成します。

津軽暖流の特徴としては、夏から秋にかけて流れが強くなり、東方沖に大きく張り出して時計回りの渦を形成すること、冬から春にかけては流れが弱まって本州沿岸に沿って南下することが以前から知られており、それぞれ渦モード、沿岸モードと呼んでいます。

### [用語解説]

- ・津軽暖流: 対馬暖流の一部が津軽海峡から太平洋に流れ込む暖流。
- ・対馬暖流: 対馬海峡を通過して日本海を北上する暖流。
- ・黒潮続流: 黒潮が関東東方から離岸したあと東に向かって流れる暖流。
- ・親潮: 千島列島に沿って南下し、日本の東に達する寒流。

栄養塩が豊富で「魚類や海藻類を育てる親にあたる潮」という意味で親潮と呼ばれます。

## 1. 六ヶ所村沖の流れはどうなっているのか？

### ～津軽暖流と親潮を構成する海水の特徴～

#### ■ 津軽暖流

- ・ 暖かい
- ・ 塩分が高い
- ・ 栄養塩が少ない

#### ■ 親潮

- ・ 冷たい
- ・ 塩分が低い
- ・ 栄養塩が豊富

－要点－

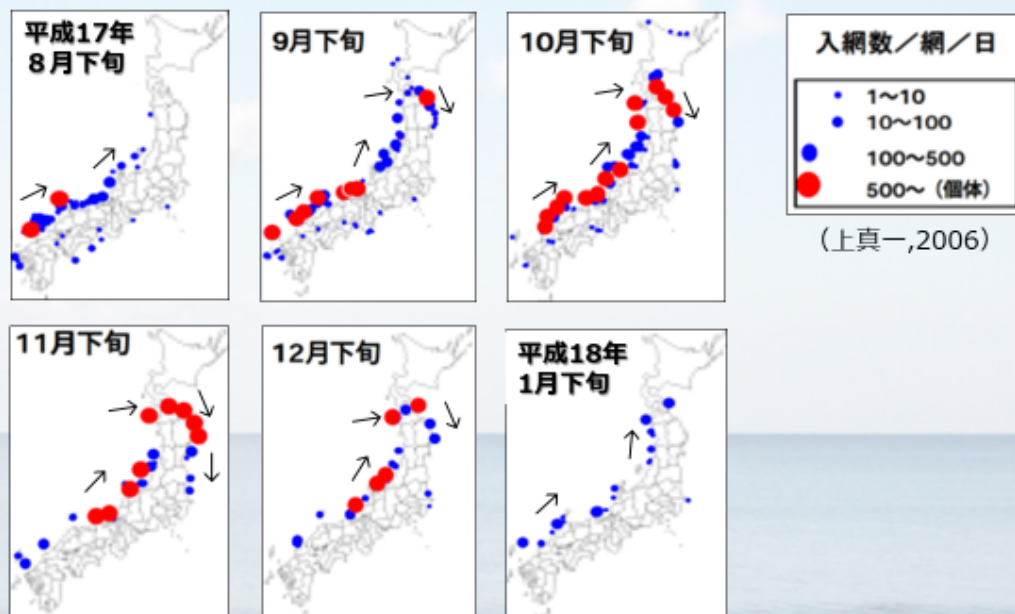
- ・津軽暖流は暖かく、塩分が高く、栄養塩が少ない。
- ・親潮は冷たく、塩分が低く、栄養塩が多い。

[用語解説]

- ・栄養塩:植物プランクトンや海藻などの栄養となる物質(リン酸、硝酸、アンモニアなど)。
- ・塩分:海水 1kg 中に溶けている固形物質(ナトリウム、カリウムなどのイオン)の合計量。

## 1. 六ヶ所村沖の流れはどうなっているのか？

### ～海流で運ばれてくるもの～ (東シナ海で発生する大型クラゲ)



注) 本図は主に定置網への入網数により作成した (日本海区水産研究所提供)

#### －要点－

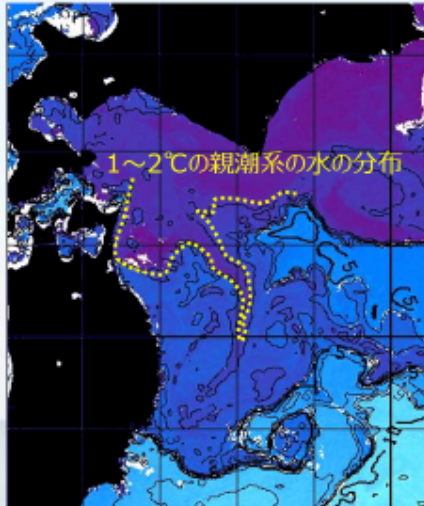
海流によっていろいろな物質が青森県沿岸に流れて来ます。そして、日本海を流れる対馬暖流と青森県太平洋側沿岸まで到達する津軽暖流は、東シナ海からの物質を運んで来ます。

#### [用語解説]

- ・大型クラゲ: エチゼンクラゲ、ビゼンクラゲ、ヒゼンクラゲの3種
- ・東シナ海: 沖縄県、鹿児島県、熊本県などが面した海域

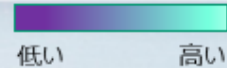
## 1. 六ヶ所村沖の流れはどうなっているのか？

### ～下北半島沿岸に低温・低塩分水が接近～



- 平成26年2月から4月にかけて沿岸親潮と思われる低温の水塊が下北半島東岸付近に約2ヶ月間分布した。
- 沿岸親潮の定義
  - ・ 水温3℃以下
  - ・ 塩分33.0以下

水温



平成26年3月18日の衛星画像

\* 岩手県水産情報配信システム  
「いわて大漁ナビ」web上公開資料

5

#### — 要点 —

青森県東方沖は、津軽暖流と親潮が出会う海域です。六ヶ所村沖では、どちらの影響を強く受けるかによって水温が大きく変化します。

#### [用語解説]

- ・沿岸親潮: 北海道東岸の岸沿いを、春季に南西に流れる海流をいう。千島列島南部を通過してオホーツク海から流出してきた低温・低塩分水からなり、その生成にはオホーツク海の海水の融氷がかかわっています。

## 2. 観測結果・シミュレーション結果の紹介

### ～シミュレーションモデルのための海洋観測～



#### ■ 海洋観測ブイ上での観測

- ・ 流向流速、水温、塩分、風向風速、海水中の $\gamma$ 線を連続的に観測



#### ■ 定期船航路での観測

- ・ フェリー航路上に設定した観測点の水温、塩分を定期的に観測



#### ■ 調査船による観測

- ・ 流向流速、水温、塩分を水平的、鉛直的に観測

6

#### — 要点 —

##### ・海洋観測ブイ上での観測

六ヶ所村の海岸から約 2.5km 沖に海洋観測ブイを 2 基設置し、再処理施設海洋放出口の南北で連続的な観測を行っています。

(観測内容: 流向流速、水温、塩分、風向風速、海水中の  $\gamma$  線)

##### ・定期船航路での観測

苫小牧～仙台間のフェリー航路上に設定した観測点において定期的に観測を行っています。

(観測内容: 水温、塩分)

##### ・調査船による観測

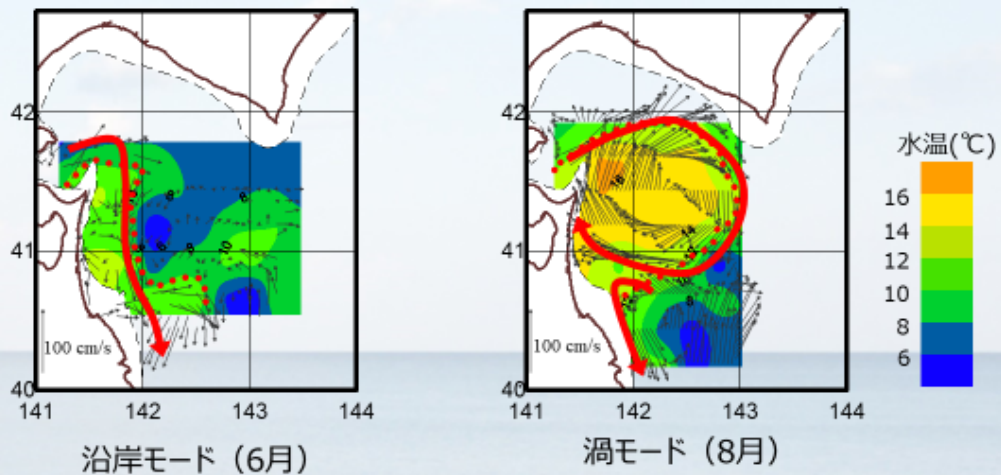
海洋観測ブイや定期船航路上の観測だけでは分からない海況の把握のために調査船を用いた観測を行っています。

(観測内容: 流向流速、水温、塩分)

## 2. 観測結果・シミュレーション結果の紹介

### ～調査船で観測した津軽暖流の特徴～

(平成14年水温の水平分布図100m深)



—要点—

津軽暖流は、夏から秋は青森県東方沖に大きく張り出し親潮の上に乗って時計回りの渦(渦モード)を形成します。また、冬から春は本州沿岸に沿って南下(沿岸モード)します。

このような変化は、津軽暖流の水が夏は軽く、冬は重いこと、津軽暖流の流量が夏は多く、冬は少ないことなどが関連していると推測されます。

[用語解説]

上図 →: 地図上の各点での流れ。矢印の向きが流れの方向を表し、矢印の大きさが流れの強さを表しています。

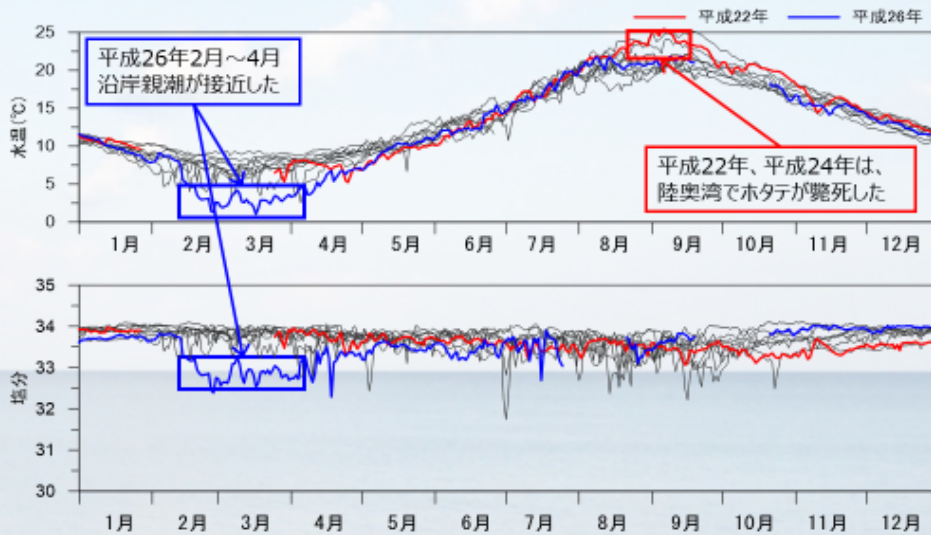
上図 →: 津軽暖流の流れ。



## 2. 観測結果・シミュレーション結果の紹介

### ～海洋観測ブイでの水温・塩分の変化～

(平成20年～平成30年、水深5m、日平均)



8

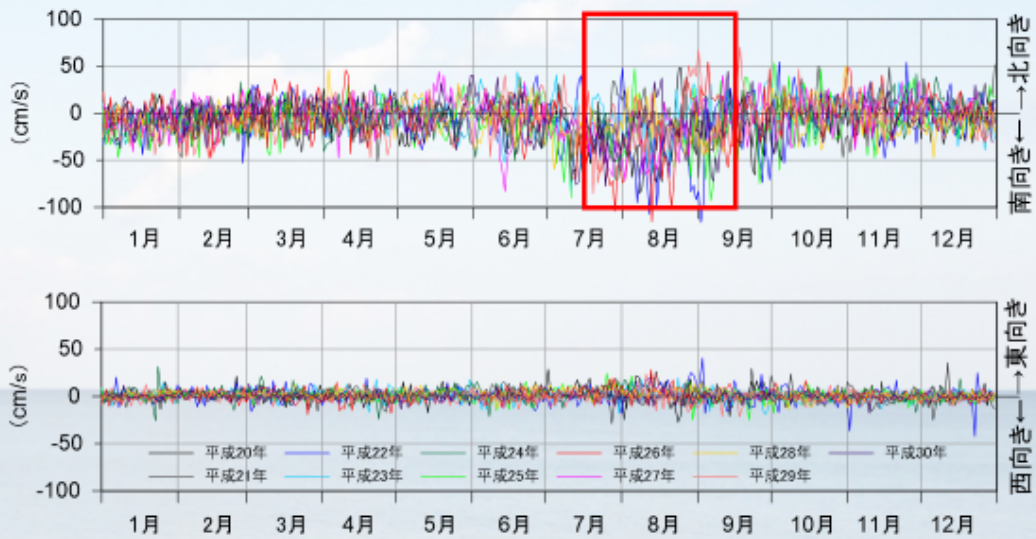
#### —要点—

平成26年2月～4月にかけて六ヶ所村沿岸に沿岸親潮(水温 $3^{\circ}\text{C}$ 以下、塩分33.0以下)の接近を海洋観測ブイ上で観測しました。平成22年、平成24年の夏は、日本海の水温が平年より高く、日本海の高温の海水が津軽暖流によって青森県太平洋側にもたらされました。

## 2. 観測結果・シミュレーション結果の紹介

### ～海洋観測ブイでの流向流速の変化1～

(平成20年～平成30年、水深8m、日平均)



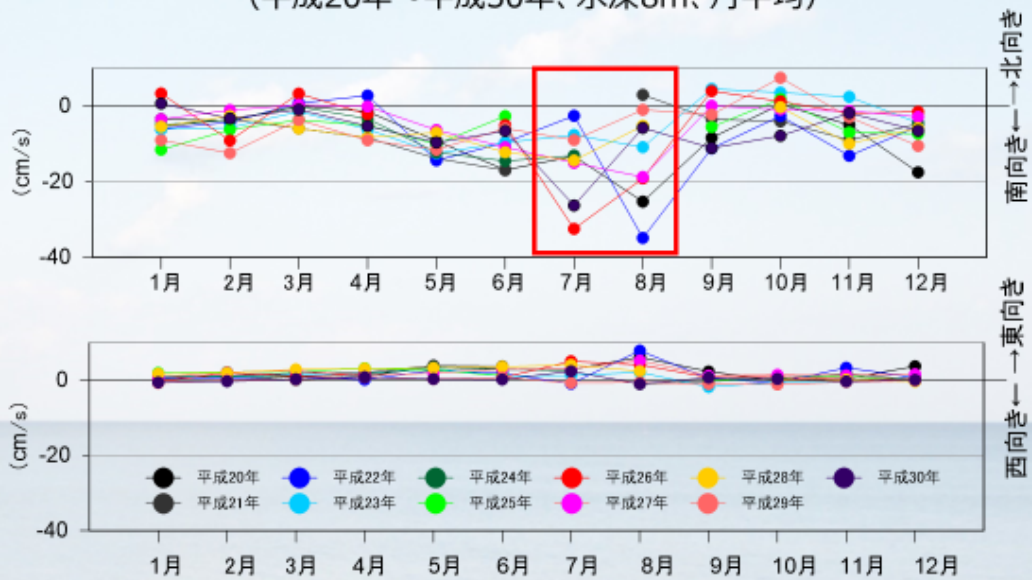
—要点—

六ヶ所村沿岸の流れは、年間を通して東西方向の流れは弱く変化も小さいが、南北方向の流れは強く変化も大きい。夏季には、流速が秒速 100cm を超えるときもあります。

## 2. 観測結果・シミュレーション結果の紹介

### ～海洋観測ブイでの流向流速の変化2～

(平成20年～平成30年、水深8m、月平均)



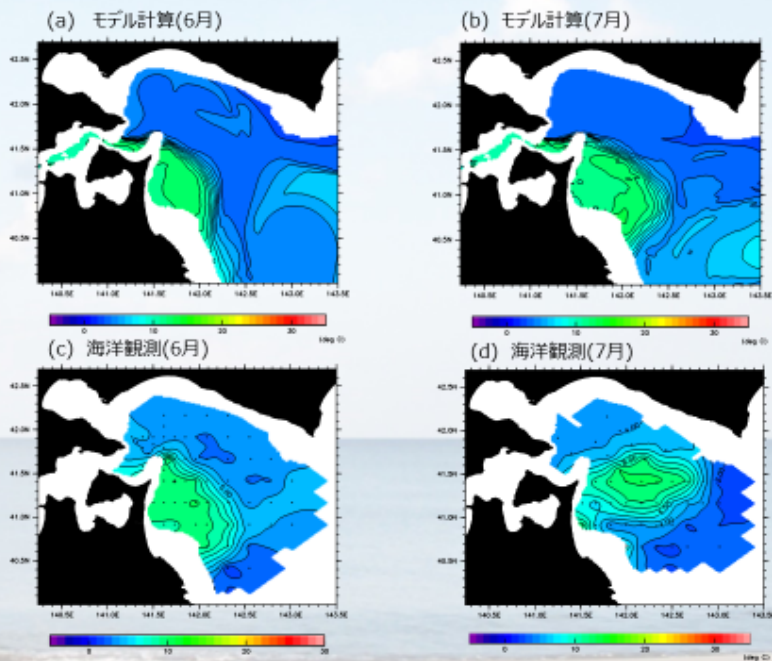
10

—要点—

六ヶ所村沿岸の流れは、夏季7月～8月にかけて強く流れる傾向があります。このような変化は、津軽暖流の渦モードが発達する過程で沿岸に強い流れが生じているものと推測されます。

## 2. 観測結果・シミュレーション結果の紹介

### ～調査船観測結果とシミュレーション結果～ (平成15年200m深における水温の水平分布)



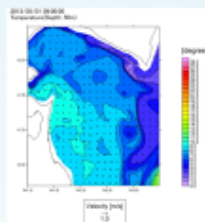
11

—要点—

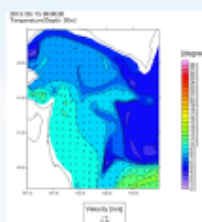
6月から7月にかけての観測される津軽暖流の渦の発達がシミュレーションモデルでも再現されています。このように観測結果とシミュレーション結果を比較することにより、シミュレーションモデルの精度向上を図っています。

## 2. 観測結果・シミュレーション結果の紹介

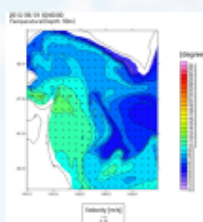
### ～六ヶ所村沖の水溫と流れのシミュレーション～ (平成25年5月～8月)



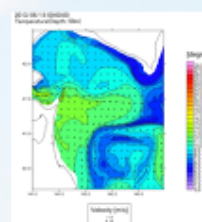
5月1日



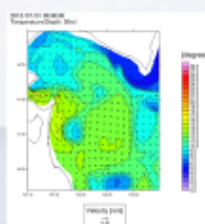
5月15日



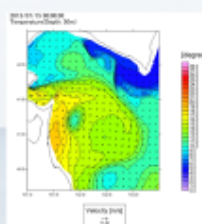
6月1日



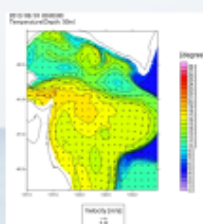
6月15日



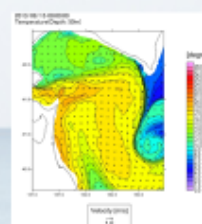
7月1日



7月15日



8月1日



8月15日

13

—要点—

シミュレーションモデルによって、青森県太平洋側沿岸を流れている津軽暖流の流れが、東方沖に大きく張り出して渦を形成する様子が再現されています。

## まとめ

- 六ヶ所村沖の流れは
  - ・ 津軽暖流と親潮の二つの大きな流れが出会う海域であるため、どちらの影響を強く受けるかによって流れの強さや水温が大きく変化する。
  - ・ 津軽暖流の季節変化によって流路や流れる強さが大きく変化する。

こういう流れの中で海洋に放出された放射性物質は、広がりながら薄まっていくと考えられます。

報告内容等の問合せ先 : 青森県上北郡六ヶ所村大字尾駁字家ノ前 1 番 7  
公益財団法人 環境科学技術研究所

総務部 企画・広報課

TEL 0175-71-1240