

表3 がん予防推進組織整備状況と庁外で交流の多い団体や個人との関連

	整備		OR	95%CI	P値
	N=33 (%)	N=57 (%)			
校長	22 (66.7)	25 (43.9)	2.46	0.94-6.40	ns
教育委員会	30 (90.9)	49 (86.0)	1.10	0.26-4.61	ns
企業または商工会議所の重役	12 (36.4)	14 (24.6)	1.70	0.62-4.63	ns
不動産会社経営者	1 (3.0)	0 (0.0)		-	ns
銀行または金融会社の役員	2 (6.1)	0 (0.0)		-	ns
新聞社やマスコミ等の編集者	17 (51.5)	15 (26.3)	2.79	1.06-7.34	*
病院の理事や院長	31 (93.9)	47 (82.5)	2.27	0.46-11.34	ns
社会福祉事業系組織の理事	25 (75.8)	32 (56.1)	2.15	0.78-5.91	ns
自治体の首長または助役など	26 (78.8)	35 (61.4)	2.52	0.86-7.45	ns
地元警察の署長・それに準じた役職	10 (30.3)	15 (26.3)	0.81	0.27-2.39	ns
県や保健所の担当者	33 (100.0)	55 (96.5)		-	ns
議員(市区町村議会・県議会・国会)	27 (81.8)	33 (57.9)	3.14	1.05-9.45	*

二項ロジスティック回帰分析(強制投入法)

OR: Odds Ratio CI: Confidence Intervals

従属変数: がん予防推進組織整備状況(0=未整備、1=整備)

独立変数: 庁外各団体個人との交流状況(0=交流なし、1=交流あり)

共変数: 助成金・補助金の利用によるがん一次予防のための予算(0=なし、1=あり)

\* p&lt;.05

ns; not significant

表4 がん予防推進組織整備状況と庁内で交流の多い部門との関連

	整備		OR	95%CI	P値
	N=33 (%)	N=57 (%)			
共通	12 (36.4)	4 (7.0)	5.88	1.59-21.68	**
総務	16 (48.5)	6 (10.5)	6.76	2.16-21.19	***
政策企画	17 (51.5)	10 (17.5)	4.07	1.46-11.30	**
財務	14 (42.4)	8 (14.0)	3.19	1.07-9.53	*
民生公安	26 (78.8)	37 (64.9)	1.44	0.51-4.12	ns
社会福祉	31 (93.9)	54 (94.7)	0.59	0.09-3.79	ns
産業経済	12 (36.4)	6 (10.5)	3.86	1.19-12.50	*
建設	3 (9.1)	0 (0.0)		-	ns
教育文化	29 (87.9)	36 (63.2)	3.31	0.98-11.19	ns
上下水道	3 (9.1)	0 (0.0)		-	ns
病院	16 (48.5)	9 (15.8)	5.58	1.93-16.15	***
なし	0 (0.0)	1 (1.8)		-	ns

二項ロジスティック回帰分析(強制投入法)

OR: Odds Ratio CI: Confidence Intervals

従属変数: がん予防推進組織整備状況(0=未整備、1=整備)

独立変数: 庁内各部門との交流状況(0=交流なし、1=交流あり)

共変数: 助成金・補助金の利用によるがん一次予防のための予算(0=なし、1=あり)

\* p&lt;.05 \*\* p&lt;.01 \*\*\* p&lt;.005

ns; not significant

## 市区町村の疾病予防事業の連携体制に関する調査

◆この調査は、厚生労働科学研究費補助金がん臨床研究事業「自治体におけるがん対策の現状分析とマネジメントシステムの構築支援に関する研究」の一部として実施するものです。

◆市区町村の**疾病予防事業（たばこ対策・食生活・運動・アルコール・肥満・肝炎対策等の各種事業）**がどのように実施されているかを明らかにし、今後の対策に役立つ提言を行うことを目的としています。

◆この調査の結果は、すべて統計的に処理されます。貴自治体の名称やご回答いただいた担当者個人の情報が外部にもれるようなことは一切ありません。

◆この調査は、**疾病予防（健康づくり）事業担当課の課長さま**がお答えください。回答に際し不明な点がある場合は、ぜひ各事業担当職員に相談されるなどして、すべての質問にお答えください。

◆ご多忙中とは存じますが、どうぞご協力くださいますようお願い申し上げます。

### 【問い合わせ・返送先】

厚生労働科学研究費補助金がん臨床研究事業  
自治体におけるがん対策の現状分析とマネジメントシステムの構築支援に関する研究班  
「市区町村の疾病予防対策の連携体制に関する調査」

(担当 助友 裕子)

〒104-0045 東京都中央区築地 5-1-1

国立がんセンター がん対策情報センター  
がん情報・統計部 気付

TEL 03 (3542) 2511 (内線3442)

hsuketom@ncc.go.jp

◎ 10月28日（火）までに、同封の返信用封筒でお送りください。

貴自治体について、以下の項目にご記入ください。

【問1】市区町村名（県名）

（ ） 県

【問2】総人口（平成20年3月末住民基本台帳）

（ ） 人

【問3】貴担当課スタッフ

事務職（ ） 人

技術・専門職（ ） 人（うち常勤 人）

貴自治体の疾病予防事業全般についておたずねします。

【問4】貴自治体では、次の分野に関する事業を実施されていますか。実施されている場合は、主たる担当課・係・班の名称もお答えください。

分野別事業	実施の有無 (一つだけ○)	⇒ ⇒ 「有」の場合 は担当部 署をお答え ください ⇒ ⇒	主たる担当課・係・班の名称 (ご記入ください)
a. たばこ	有・無		
b. 食生活	有・無		
c. 運動	有・無		
d. 飲酒	有・無		
e. 肥満	有・無		
f. 肝炎	有・無		

【副問】上記で実施されている事業のうち、最も重点が置かれているのはどれですか。

【あてはまるもの一つに○】

a. たばこ	d. 飲酒
b. 食生活	e. 肥満
c. 運動	f. 肝炎

【問5】貴担当課では、(1)疾病予防に関する組織やグループの整備をされていますか。されている場合、(2)整備する際の連携相手はいますか？[a~hのそれぞれについて、あてはまるもの一つに○] また、整備に際し連携相手がいる場合は、(3)その連携相手をお選びください。[a~hのそれぞれについて、あてはまるものすべてに○]

分野別組織やグループ	整備の有無 (一つだけ○)	⇒ 「有」の場合 は右欄も お答え ください ⇒	連携相手 の有無 (一つだけ○)	⇒ 「有」の場合 は右欄も お答え ください ⇒	連携相手(1・2・3あてはまるものいくつでも○)		
					1 行政・公的機関 他部門 (例)総務課、 保健課、その他 の課、学校、公 民館、図書館、 観光案内所、市 民センターなど	2 民間機関 健康関連団体 (例)病院、薬 局、ササステ ーション、老人 保健施設、医師 会館などの健康 関連施設	3 民間機関 非健康関連団体 (例)職域、商 店街、メディア など
a. たばこ対策を推進する組織やグループ	有・無		有・無		1	2	3
b. 食に関する組織やグループ	有・無		有・無		1	2	3
c. 運動に関する組織やグループ	有・無		有・無		1	2	3
d. 飲酒に関する組織やグループ	有・無		有・無		1	2	3
e. 肥満に関する組織やグループ	有・無		有・無		1	2	3
f. 肝炎に関する組織やグループ	有・無		有・無		1	2	3
g. がん予防を推進する組織やグループ	有・無		有・無		1	2	3
h. 健康全般を推進する組織やグループ	有・無		有・無		1	2	3

**貴自治体の内部状況についておたずねします。**

【問6】日頃から事業や業務を共同で行うことの多い庁舎内の他部門はありますか。次の1～12の中からお選びください。〔あてはまるものすべてに○〕

- |     |   |
|-----|---|
| 1.  | 共通（例、経理、文書、人事など）  |
| 2.  | 総務（例、文書法規、人事管理、事務管理、契約、公有財産、議会、選挙、監査、庁舎防災、秘書）             |
| 3.  | 政策企画（例、行政計画、都市計画、広域、統計、住民活動、広報、親善交流、開発公社、交通安全）            |
| 4.  | 財務（例、予算決算、会計、市県民税、資産税、諸税、収納管理）                            |
| 5.  | 民生公安（例、市民、国民年金、国保、生活安全、環境衛生、消防総務、消防予防、消防警防）               |
| 6.  | 社会福祉（例、障害者福祉、児童母子福祉、高齢者福祉、介護保険、保護、保健、養護施設、保育）             |
| 7.  | 産業経済（例、商業、工業、観光、労働、農業振興、農業基盤、農政、農産物振興、畜産、林業、水産、農業委員会）     |
| 8.  | 建設（例、都市計画、区画整理、土木、道路管理、河川管理、道路維持、公共建築、公営住宅、建築指導、公園緑地）     |
| 9.  | 教育文化（例、教職員、就学、学校教育、学校施設、学校給食、社会教育、社会体育、学術文化、婦人青少年）        |
| 10. | 上下水道（例、水道総務、水道財務、水道給配水、水道建設、水道施設、下水道総務、下水道管理、下水道建設、下水道施設） |
| 11. | 病院（例、人事、経理、設備、契約、管理、医事、給食）                                |
| 12. | なし  |

**貴自治体と地域との係わり・地域活動についてお伺いします。**

【問7】昨年度（平成19年4月1日～平成20年3月31日）、次の人物・団体と担当課あるいは担当者レベルで話し合う・情報を共有する機会（ルート等）がありましたか。  
〔a～lのそれぞれについて、あてはまるもの一つに○〕

	交流あった	交流なかった	わからない
a. 校長	1	2	3
b. 教育委員会	1	2	3
c. 企業または商工会議所の重役	1	2	3
d. 不動産会社経営者	1	2	3
e. 銀行または金融会社の役員	1	2	3
f. 新聞社やマスコミ等の編集者	1	2	3
g. 病院の理事や院長	1	2	3
h. 社会福祉事業系組織の理事	1	2	3
i. 自治体の首長または助役など	1	2	3
j. 地元警察の署長・それに準じた役職	1	2	3
k. 県や保健所の担当者	1	2	3
l. 議員（市区町村議会・県議会・国会）	1	2	3

【問8】次の地域活動は、盛んに行われているとお感じになりますか。

〔a～dのそれぞれについて、あてはまるもの一つに○〕

	(例)	非常に盛ん	一部地域で盛ん	あまり盛んでない	全く盛んでない	わからない
a. 地縁的な活動	自治会、町大会、婦人会、老人会、青年団、子ども会など	1	2	3	4	5
b. スポーツ・趣味・娯楽活動	各種スポーツ、芸術文化活動、生涯学習など	1	2	3	4	5
c. ボランティア・NPO・市民活動	まちづくり、高齢者・障害者福祉や子育て、スポーツ指導、美化、防犯・防災、環境、国際協力、提言活動など	1	2	3	4	5
d. その他の団体・活動	商工会・業種組合、宗教、政治など	1	2	3	4	5

貴自治体の首長（市区町村長、平成20年7月1日現在）についておたずねします。

【問9】首長の就任期間をお答えください。

(1) 通算 ( ) 年 (2) 任期 ( ) 期目

【問10】首長の前職をお答えください。〔あてはまるもの一つに○〕

- |             |           |
|-------------|-----------|
| 1. 市区町村議会議員 | 6. 中央省庁職員 |
| 2. 都道府県議会議員 | 7. 民間企業勤務 |
| 3. 国会議員     | 8. 自営業者   |
| 4. 市区町村職員   | 9. その他    |
| 5. 都道府県職員   | (具体的に )   |

【問11】首長は、市政方針に「健康」や「がん（予防）対策」を掲げていますか。

〔a、bそれぞれについて、あてはまるもの一つに○〕

	市政方針の 重要な位置にある	いくつかの方針の ひとつである	全く掲げていない
a. 健康	1	2	3
b. がん（予防）対策	1	2	3

貴自治体のがん予防についておたずねします。

【問12】がん予防に特化した組織（委員会、協議会、審議会など）はありますか。ある場合は、その名称もお答えください。（例：がん予防推進協議会、がん予防計画審議会）

1. ある → (名称: )  
2. ない

【問13】がんの一次予防（主にたばこ、食生活、運動、飲酒、肥満対策などを意味し、がん検診は除きます）に特化した予算はありますか。〔あてはまるものすべてに○〕

1. 自治体から「がん一次予防」のための予算措置が講じられている  
2. がんの一次予防は、自治体内のいくつかの事業にまたがって実施している  
3. 各種助成金・補助金を利用している  
4. その他（ご記入ください）

【問14】がん検診にかかる予算額（平成20年度）をお書きください。

( ) 円

【問15】がん予防事業について、貴自治体でのユニークな事業がありましたらお書きください。

【問16】貴自治体で発行されている疾病予防に関する組織やグループの活動に関する資料（ちらし等）がありましたら、本調査票と一緒にご返送ください。〔同封する資料の有無に○〕

1. 同封する資料あり 2. 同封する資料ない

ご協力ありがとうございました。同封の返信用封筒に入れてご返送ください。

## 「市区町村の疾病予防事業の連携体制に関する調査」 結果概要

本調査では、平成18年に成立したがん対策基本法、平成20年度中にすべての都道府県でがん対策推進計画が策定される現状をふまえ、市区町村がこれまでの健康日本21、特定健診・特定保健指導、他の施策との連携を視野に入れながら効率的にがん予防を推進していくための方策を検討するため、がん(予防)対策推進員制度を設けている茨城県、富山県、兵庫県のみ市区町村が実施する疾病予防事業の実施状況を調査しました。

### 調査について

- ・平成20年10月1日時点での、茨城・富山・兵庫県内109市区町村を調査対象としました
- ・調査は平成20年10月1日～12月31日に実施いたしました。
- ・疾病予防事業の担当課長に、自治体特性、地域特性、自治体と地域の連携、がん予防事業の内容、組織やグループの整備状況などを調査票でお尋ねしました。
- ・100(91.7%)の市区町村より回答にご協力いただきました。(うち、有効回答数は90<82.6%>)



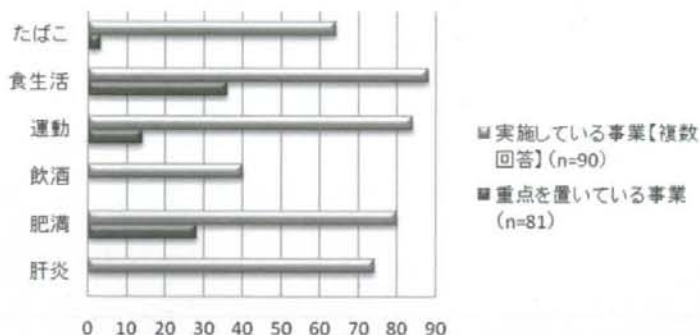
### 自治体特性(県別)

	全体 n=90	茨城 n=38	富山 n=15	兵庫 n=37
■行政区分				
市	65 (72.2)	28 (73.7)	10 (66.7)	27 (73.0)
町	22 (24.4)	8 (21.1)	4 (26.7)	10 (27.0)
村	3 (3.3)	2 (5.3)	1 (6.7)	0 (0.0)
■総人口				
3万未満	19 (21.1)	7 (18.4)	4 (26.7)	8 (21.6)
3万以上5万未満	28 (31.1)	11 (28.9)	5 (33.3)	12 (32.4)
5万以上10万未満	25 (27.8)	13 (34.2)	3 (20.0)	9 (24.3)
10万以上30万未満	12 (13.3)	7 (18.4)	1 (6.7)	4 (10.8)
30万以上	5 (5.6)	0 (0.0)	1 (6.7)	4 (10.8)
■がん予防に特化した組織の有無				
ある	10 (11.1)	4 (10.5)	6 (40.0)	0 (0.0)
■がんの一次予防に特化した予算の有無(複数回答)				
自治体からの予算措置あり	23 (25.6)	8 (21.1)	2 (13.3)	13 (35.1)
いくつかの事業にまたがって	41 (45.6)	16 (42.1)	10 (66.7)	15 (40.5)
各種助成金・補助金を利用	14 (15.6)	5 (13.2)	7 (46.7)	2 (5.4)
その他	3 (3.3)	1 (2.6)	1 (6.7)	1 (2.7)

### 自治体特性(人口規模別)

	3万未満 n=19	3万以上5万未満 n=28	5万以上10万未満 n=25	10万以上30万未満 n=12	30万以上 n=5
■事務職員数	5.26±5.34 (n=19)	3.32±1.72 (n=28)	5.92±2.68 (n=25)	7.75±4.25 (n=12)	10.00±11.66 (n=5)
■技術専門職数	8.21±4.39 (n=19)	10.11±3.49 (n=28)	15.84±5.41 (n=25)	28.17±9.43 (n=12)	27.60±19.07 (n=5)
■首長の就任期間(通算:年)	1.95±0.91 (n=19)	1.52±0.80 (n=27)	1.60±0.82 (n=20)	1.50±0.67 (n=12)	1.80±0.45 (n=5)
■首長の前職					
市区町村議会議員・職員	12 (63.2)	13 (46.4)	6 (24.0)	1 (8.3)	3 (60.0)
都道府県議会議員・職員	4 (21.1)	4 (14.3)	9 (36.0)	6 (50.0)	1 (20.0)
民間企業勤務・自営業者	2 (10.5)	5 (17.9)	2 (8.0)	3 (25.0)	0 (0.0)
■がん検診にかかる予算額 (平成20年度)	20225540±7287778.7 (n=18)	33809497±15531774 (n=27)	49846386±21525081 (n=24)	113691186±40079157 (n=10)	205465750±205465750 (n=5)

## がん予防事業の実施状況



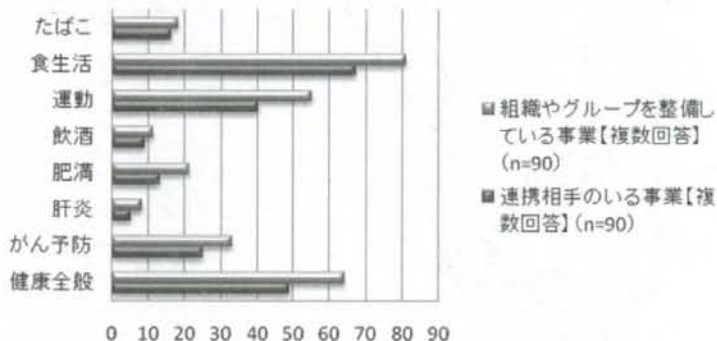
現時点で日本人に推奨されるがん予防は、たばこ、食生活、運動、飲酒、肥満(やせ)、肝炎の6分野とされています。  
本調査では、「貴自治体では、次の分野に関する事業を実施されていますか/最も重点が置かれているのはどれですか」とお尋ねしました。

- ・食生活と運動が中心のようです。
- ・特定健診・特定保健指導を主眼とした事業展開のようです。
- ・喫煙は最も確実ながんの危険因子ですが、たばこ対策は、市区町村事業としては弱いようです。
- ・たばこ対策は、今後の市区町村事業として強化が望まれる分野といえます。

事業を効果的に進めるためには推進員や自主グループといったパートナーがいることが望まれます。  
本調査では、「貴担当課では、疾病予防に関する組織やグループの整備がされていますか/整備する際の連携相手はいますか」とお尋ねしました。

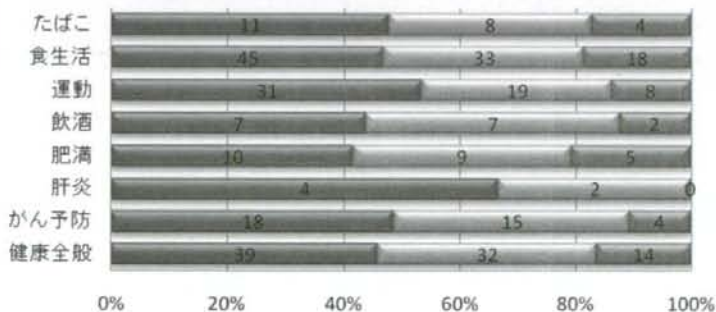
- ・食生活、運動、健康全般に関する組織やグループが多いようです。
- ・肝炎、飲酒、たばこに関する組織やグループは少ないようです。
- ・担当課単独で整備を行うことがあるようです。
- ・他部門(庁内外)と連携を図りながら整備を行うことが望まれます。

## 組織やグループの整備状況



## 組織やグループを整備する際の連携先

■ 行政公的機関 ■ 民間(健康関連) ■ 民間(非健康関連)



ヘルスプロモーションのプロセスからはパートナーを得ることと同時に、他部門(庁内外)との連携を図りながら事業を進めることが望まれます。

本調査では、「疾病予防に関する組織やグループを整備する際の連携相手」を「行政公的機関」「健康関連の民間機関」「非健康関連の民間機関」の中から当てはまるものを選んでいただきました。

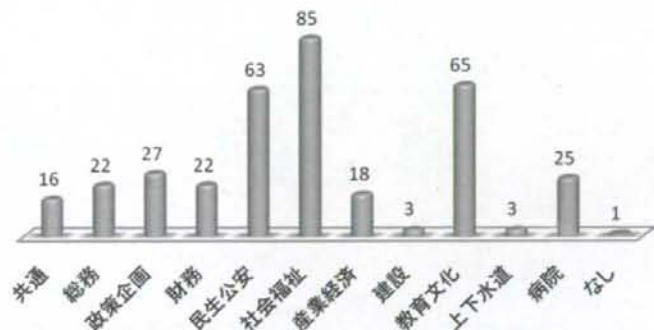
- ・肥満、飲酒、健康全般に関する組織やグループは他機関と連携して整備することが多いようです。
- ・肝炎、がん予防に関する組織やグループは身内だけで整備することが多いようです。

他部門との連携を考える際に、実際、健康部門が交流のしやすい部門とはどのようなところでしょうか。本調査では、「日頃から事業や業務を共同で行うことの多い庁舎内の他部門はありますか」とお尋ねしました。

- ・社会福祉、教育文化、民生公安部門は交流が多いようです。
- ・建設、上下水道部門などは交流が少ないようです。
- ・共通、総務、政策企画、財務、産業経済部門も交流が少ないようです。
- ・市民生活を支える領域は多岐に渡ることから、交流の少ない部門とも何らかの連携を図ることが今後望まれます。

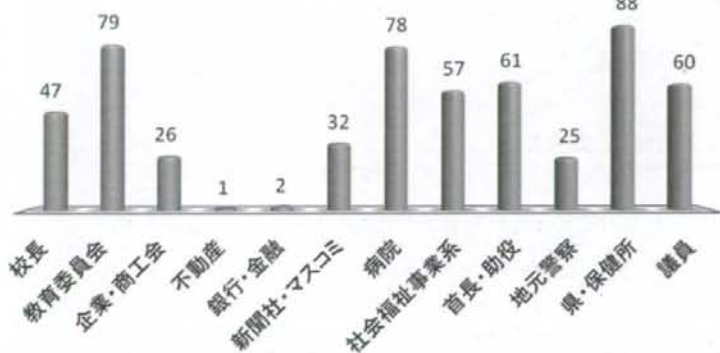
### 庁舎内で交流の多い部門

複数回答  
(N=90)



### 地域との交流(平成19年度)

複数回答  
(N=90)



庁外における連携もまた望まれます。本調査では、「昨年度(平成19年4月1日～平成20年3月31日)、次の人物・団体と担当課あるいは担当者レベルで話し合う・情報を共有する機会(ルート等)がありましたか」とお尋ねしました。

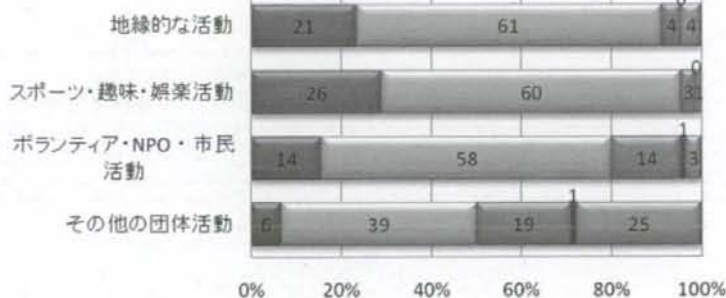
- ・県・保健所、教育委員会、病院との交流が多いようです。
- ・不動産、銀行・金融との交流は少ないようです。
- ・企業・商工会、新聞社・マスコミ、地元警察との交流も少ないようです。
- ・健康関連機関に限らず、地域を動かす主要な人物と積極的な交流を図ることが望まれます。

地域の中で盛んな活動を行っている団体にも健康事業に参加していただきたいものです。本調査では、「次の地域活動は、盛んに行われているとお感じになられますか」とお尋ねしました。

- ・スポーツ・趣味・娯楽活動の盛んな市区町村が多いようです。
- ・このような活動を行っている団体にも積極的に健康事業に参加してもらいましょう。
- ・地域活動の強さは、一方でソーシャルキャピタル(社会関係資本)と言われ、信頼や人々の協同行動として健康を支える主要な要素であるとされています。

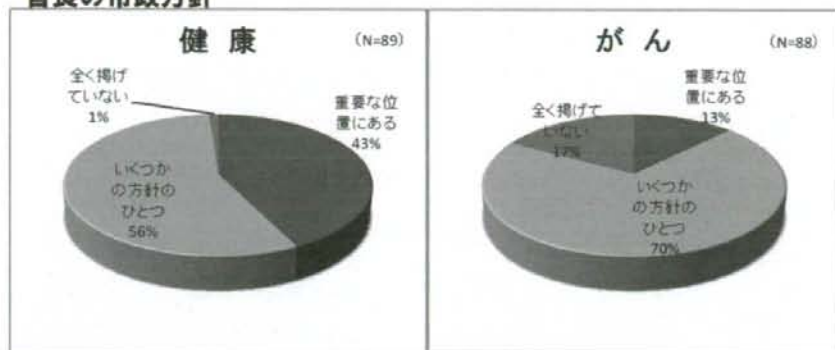
### 地域活動

■非常に盛ん ■一部地域で盛ん ■あまり盛んでない  
■全く盛んでない ■わからない





## 首長の市政方針



健康的な公共政策を進めるためには、自治体トップである首長の意思決定が重要となります。本調査では、「首長は、市政方針に「健康」や「がん(予防)対策」を掲げていますか」とお尋ねしました。

- ・「健康」も「がん」もいくつかの方針のひとつとしている首長が多いようです。
- ・特定の疾病対策になると市政方針には入らなくなる可能性があります。
- ・首長に「健康は重要だ」ではなく「健康は重要施策だ」と言わせましょう。

## ■がん予防事業のユニーク事例

### ◆茨城県内の例

- ・未就学児親子の受動喫煙防止研修会
- ・子育て中の若い女性を対称とした子宮がん、乳がん健診では保育付きで実施。

### ◆富山県内の例

・9月のがん制圧月間にがん対策推進員が大腸がんの検体容器の配付、回収を行い受診率をあげている。

・イベントの中で乳房の自己検診法を模形を使用しての紹介や、呼気中の一酸化炭素濃度測定を実施 桃太郎旗をがん検診が近づいた会場に立てて啓発している。

・がん対策推進員を中心とした健康づくりボランティアによるがん検診の啓発活動(のぼり旗の設置、検診開始月と終了月に「検診受けてがん予防」のたすきをかけ検診日程等のちらしとティッシュの配布をスーパーで実施。

・医療機関でのがん検診(胃、子宮、乳房、前立腺)の実施。〇〇市国保加入者個人負担への補助。

- ・骨検診+子宮+乳房でレディース検診。

### ◆兵庫県内の例

- ・がん検診手帳作成中。
- ・町ぐるみ健診は社会保険の人も受け入れる。



平成21年3月発行

平成20年度 厚生労働科学研究費補助金 がん臨床研究事業  
自治体におけるがん対策の現状分析とマネジメントシステムの構築支援に関する研究班  
主任研究者 今井博久(国立保健医療科学院 疫学部 部長)

本調査結果につきまして、ご意見ご質問等ございましたら、下記担当までお問い合わせください。

### 問い合わせ先

「市区町村の疾病予防事業の連携体制に関する調査」班  
研究代表者 祖父江友孝(国立がんセンターがん対策情報センター がん情報・統計部 部長)  
TEL 03-3542-2511(内3442) FAX 03-3546-0605 Email hsuquetom@ncc.go.jp (担当 助友)

### III. 研究成果の刊行に関する一覧表・別刷

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
Fukuda Y, Nakaya T, Nakao H, Yahata Y, Imai H.	Multilevel analysis of solar radiation and cancer mortality using ecological data in Japan.	BioScience Trend	2	235-240	2008
Fukuda Y, Nakao H, Imai H.	In-depth descriptive analysis of trends in prevalence of long-term care in Japan.	Geriatrics & Gerontology International	8	166-171	2008
福田吉治、助友裕子、片野田耕太、中尾裕之、八幡裕一郎、祖父江友孝、今井博久。	都道府県がん対策推進計画における死亡統計の利活用：地域診断は年齢調整死亡率を用いて適切に行われているか？	保健医療科学		(印刷中)	2009

**Original Article****Multilevel analysis of solar radiation and cancer mortality using ecological data in Japan**Yoshiharu Fukuda<sup>1,\*</sup>, Tomoki Nakaya<sup>2</sup>, Hiroyuki Nakao<sup>3</sup>, Yuichiro Yahata<sup>3</sup>, Hirohisa Imai<sup>3</sup><sup>1</sup> Department of Community Health and Medicine, Yamaguchi University School of Medicine, Ube, Yamaguchi, Japan;<sup>2</sup> Department of Geography, Ritsumeikan University, Kyoto, Japan;<sup>3</sup> Department of Epidemiology, National Institute of Public Health, Wako, Saitama, Japan.**Summary**

A preventive effect of solar radiation on cancer has been suspected. This study aimed to compare the statistical relationship between solar radiation and cancer mortality according to hierarchical models and adjustment for confounding factors, and then to demonstrate the relationship with main site-specific cancer mortalities in Japan. We examined the relationship between all-site and main site-specific cancer mortalities and global solar radiation using Poisson regression with municipal data around 2000. The models included single-level (municipality) and multilevel (municipality and prefecture) with/without potential confounding factors (lifestyle and socioeconomic variables). For all-site cancer, single-level analysis showed a significant, strong negative association with solar radiation. However, multilevel analysis showed a moderate or no association. In multilevel analysis with potential confounding factors, solar radiation was significantly negatively associated with most site-specific cancers, but not with gallbladder and liver cancer in men and stomach and breast cancer in women. Our findings support the preventive effective of solar radiation on several types of cancer. However, to show a concrete relationship, a statistical model with an appropriate hierarchy and adjustment for potential confounding factors is required.

**Keywords:** Malignant neoplasm, Solar radiation, Vitamin D, Multilevel analysis, Ecological study

**1. Introduction**

The influence of solar radiation on cancer has recently received attention (1). Some epidemiological studies have suggested a preventive effect of solar radiation on several types of cancer, such as colonic (2-4), breast (5,6), lung (7,8), pancreatic (9,10), prostatic (11), and ovarian cancer (12). In addition to epidemiological studies in western countries, a few studies in Asian countries including Japan (13-15) support the protective effect of solar radiation against cancer.

Investigation of the relation between solar radiation and cancer mortality predominantly depends on

ecological studies, since individual-level exposure to solar radiation is difficult to measure (16,17). Ecological studies, however, have several critical weaknesses in providing causal evidence, including confounding and ecological fallacy (18). Waltz and Chodick suggested that the association of solar radiation with cancer mortality resulted from confounding effects caused by ecological study design (19). In Japan, prefectural-level analysis has a small unit size ( $n = 47$ ), and thus, possible confounders might not be sufficiently considered. Municipal-level analysis with a large number of units (about 2,000) can deal with several possible confounders, although some kinds of important data such as life-style related variables are not available. There has been little discussion to compare results among different study designs and to elucidate which study design is suitable to detect the true relationship between solar radiation and cancer mortality.

Multilevel analysis has been used for various public

\*Correspondence to: Dr. Yoshiharu Fukuda, Department of Community Health and Medicine, Yamaguchi University School of Medicine, 1-1-1 Minamikoguchi, Ube, Yamaguchi 755-8505, Japan; e-mail: fukuday@yamaguchi-u.ac.jp

health and epidemiological studies (20,21). It detects the influence of hierarchical levels (e.g., individual and neighborhood levels) and their interaction. Multilevel analysis can also be applied to not only individual data but also ecological data (20,22,23). However, it is not clear whether multi-level analysis demonstrates different and more valid evidence than single-level analysis.

This study compared the results of different types of ecological studies, including single-level and multilevel models with and without adjustment for possible confounding variables, on the relationship between solar radiation and cancer mortality in Japan. In addition, its relationship with major sites of cancer was examined using multilevel ecological analysis.

## 2. Methods

### 2.1. Data

The unit of analysis was basically municipalities: cities, towns, villages, and wards ("ku") of several designated cities. In 2002, there were 3,000 municipalities in Japan. The local governments of Japan have two hierarchical systems: prefectures and municipalities. There are 47 prefectures, which consist of a few tens of municipalities.

Mortality was based on deaths from 1998 to 2002 (24). The expected number of deaths in municipalities was estimated using the sex-age (five-year interval)-specific population and the national mortality rate in 2002. We estimated empirical Bayes estimates of local standardized mortality ratio (EBSMR) from all-site cancer of municipalities using maximum likelihood method of Poisson-Gamma model with the secondary medical care zones as groups of municipalities to estimate empirical prior distribution (22,23,25). The estimation of EBSMR was conducted by a window based program developed by Nakaya (26).

The data on solar radiation for this study were constructed as population-weighted mean annual global solar radiation of municipalities ( $\text{MJ}/\text{m}^2$ ). According to the Standard Grid Square (27), the population as of 2000 based on the national population census and climate summary statistics including annual mean solar radiation during the period of 1971-2000 were compiled as grid square statistics based on a small square unit defined as 30" latitude  $\times$  45" longitude (approximately 1 square kilometer). Overlaying these gridded data with a municipality zoning layer, we calculated the population-weighted average value of global solar radiation for each municipality in a GIS environment. The original gridded data of 30-year mean climate summaries are provided as Mesh Climatic Data 2000 (28) in which the amount of global solar radiation was computed by the gridded duration of sunshine, which was interpolated by applying a multiple regression technique to the records of meteorological stations with elevation and urban

indices. It should also be noted that adjustment for the effect of elevation, that is, shadowing of land features, was made for computing the gridded data of global solar radiation.

We used socioeconomic and lifestyle data as potential confounding factors. Since municipality-level data of dietary and nutritional intake were not available, we used prefecture-level data of these variables (29). Using principle component analysis with eighteen items of dietary consumption (e.g., rice, potato, beans, fruit and green vegetables, and egg) (30), we drew five components and thus we used the factor scores of these components. An additional lifestyle variable was smoking rate, which was obtained from the Comprehensive Survey of the Living Conditions of People on Health and Welfare ("Kokuminseikatu Kiso Chosa") in 2004 conducted by the Japanese Ministry of Health, Labour and Welfare (31). The socioeconomic variables consisted of per capita income, unemployment rate, and population density, which were municipality-level data. Previous studies have demonstrated a strong relationship between these factors and all-cause and main leading causes of death in Japan (22,23).

### 2.2. Analysis

The relationship between mortality and solar radiation was evaluated by Poisson regression analysis, which is described in previous studies (22,23). We used the following six models: Model 1 was single-level (municipality) analysis without adjustment; Model 2 was single-level analysis with adjustment for socioeconomic variables; Model 3 was single-level analysis with adjustment for socioeconomic and municipal variables; Model 4 was multilevel (municipality and prefecture) analysis without adjustment; Model 5 was multilevel analysis with adjustment for socioeconomic variables; and Model 6 was multilevel analysis with adjustment for prefectural and municipal data.

The equation for Poisson regression was as follows;  $O_{ij}$  is the observed death number,  $E_{ij}$  expected death number,  $x_{nj}$  a variable of a potential confounder of  $j$  prefecture,  $x_{ni}$  that of  $i$  municipality in  $j$  prefecture, and  $u$  is a random effect among prefectures.

Single-level:

$$\log(O_{ij}) = \log(E_{ij}) + \beta_0 + \beta_1 x_{1j} + \dots + \beta_n x_{nj} + \beta_1 x_{1ij} + \dots + \beta_n x_{nij}$$

Multilevel:

$$\log(O_{ij}) = \log(E_{ij}) + \beta_0 + u_j + \beta_1 x_{1j} + \dots + \beta_n x_{nj} + \beta_1 x_{1ij} + \dots + \beta_n x_{nij}$$

We used SPSS 15.0J (Chicago, SPSS Inc.) for principle component analysis and MLwiN 2.0 (London,

Centre for Multilevel Modelling, Institute of Education, University of London) for Poisson regression analysis.

### 3. Results

Figure 1 is a map showing all-site cancer mortality (EBSMR) and global solar radiation of municipalities. The EBSMR and the global solar radiation ranged from 0.44 to 1.48 and from 11.1 to 15.8 (MJ/m<sup>2</sup>), respectively. The southern part and mountainous areas had higher solar radiation. In contrast, the northeast part showed a lower level of solar radiation.

Figure 2 shows the results of Poisson regression of the relation between all-cause mortality and solar radiation. Model 1 to Model 3 are single-level models with a single regression line, while Model 4 to Model

6 are multilevel models with prefectural specific regression lines ( $n = 47$ ). Single-level analysis (Models 1, 2 and 3) showed a significant relationship regardless of adjustment for potential confounding factors. However, Model 4 of multilevel analysis did not show a significant relationship. When the municipal data (socioeconomic variables) were adjusted for (Model 6), mortality and solar radiation showed a significant negative association.

Table 1 shows the results of analysis of the relationship between solar radiation and male cancer mortality using three models of Poisson regression. In Model 1, a significant negative relationship was found for all cancer mortalities except for liver cancer. Model 4 showed a significant negative relationship for esophageal and pancreatic cancer, and a significant

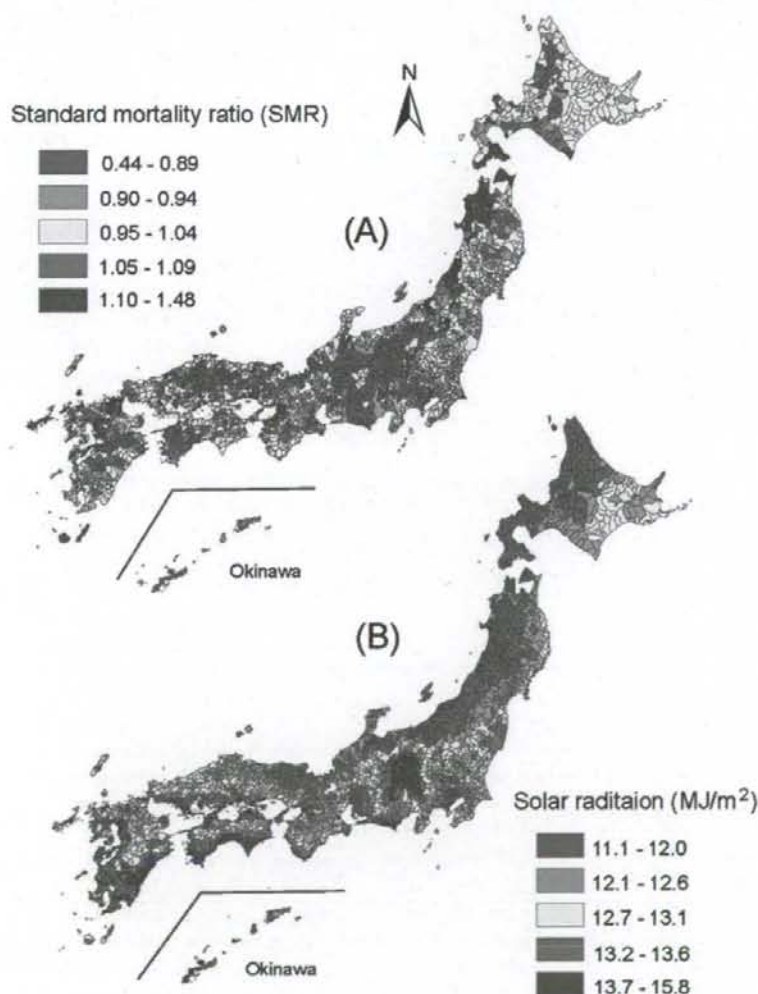
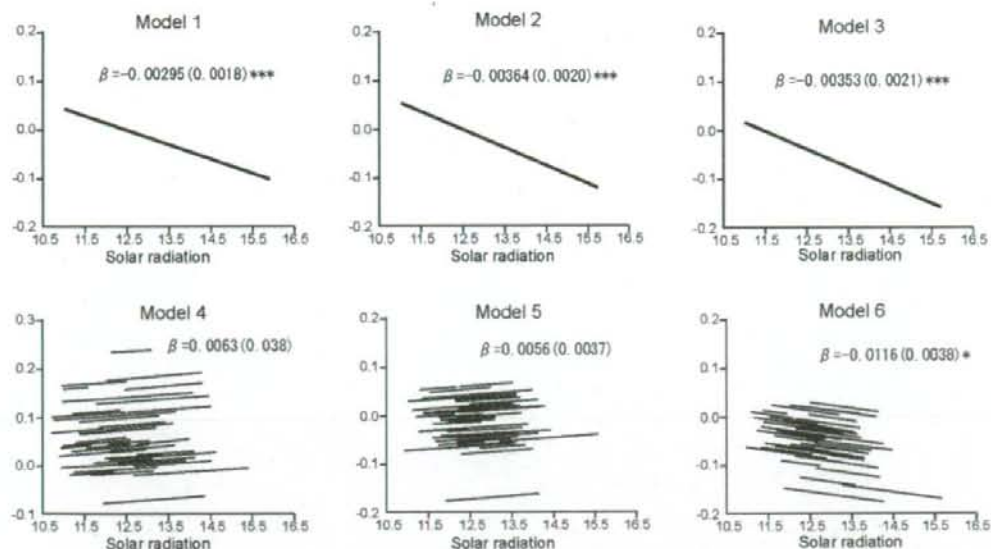


Figure 1. Mapping of mortality empirical Bayes estimates of SMR of all-site cancer (A) and global solar radiation (B) by municipality in Japan.



**Figure 2.** Relationship between solar radiation and all-site cancer mortality for men. The x axis is solar radiation ( $\text{MJ}/\text{m}^2$ ) and the y axis is log RR (= SMR) predicted by Poisson regression. Model 1: single-level without adjustment; Model 2: single-level with adjustment for prefectural data; Model 3: single-level without adjustment for prefectural and municipal data; Model 4: multilevel without adjustment; Model 5: multilevel with adjustment for prefectural data; Model 6: multilevel with adjustment for prefectural and municipal data. \*  $p < 0.05$ , \*\*\*  $p < 0.001$ .

positive relationship for stomach and liver cancer. In the final model (Model 6), a significant negative relationship with solar radiation was found for all cancers except for gallbladder and liver cancers.

Table 2 shows the results for female cancer. In single-level analysis (Model 1 and Model 2), all mortalities were significantly negatively associated with solar radiation. In Model 4, colorectal, gallbladder, and pancreatic cancers showed a significant negative relationship. In addition to these three cancers, all-site cancer and lung cancer showed a significant negative relationship with solar radiation.

#### 4. Discussion

This study demonstrated that the statistical relationship between solar radiation and all cancer mortality differed among statistical models. For male all-site cancer, a single-level model showed a significant negative relationship regardless adjustment for potential confounders. In a multilevel model, however, this relationship was not found. This difference suggests that the relationship in the single-level model is not true, since the true relationship should be independent of the hierarchical model. The relationship in the single-level (municipal level) model might be confounded by unknown and unavailable factors of prefectural level variables. It is suggested that the negative association between solar radiation and cancer mortality in a previous study using single (prefecture) level analysis (15) might be influenced by confounding factors and

fallacies.

The relationship between all-site cancer mortality and solar radiation was similar among models with and without lifestyle-related variables. This similarity was also found in most site-specific cancer mortality. It is suggested that these variables, which were used in a previous study (15), are not useful as variables for adjustment. In contrast, adjustment for socioeconomic variables (municipal level) greatly modified the relationship between mortality and solar radiation. These socioeconomic variables are useful potential confounders, although it might be dummy variables including unknown and unavailable factors. Even in the final model adjusting lifestyle and socioeconomic variables, there was large variation among prefectures, as shown in Figure 2. This suggests that the variation might depend on other unknown factors, such as medical resources.

One study in Japan investigating pancreatic cancer mortality and solar radiation did not consider any kind of factors related to lifestyle (14). Even if the study had shown a negative association between solar radiation and mortality, the result would seem incredible. Another Japanese study considered some possible confounding factors related to lifestyle (15). The adjustment, however, hardly changed the relationship, and thus it might not have included important confounding factors.

Concerning methodological issues, our analysis has three advantages compared with previous studies. First, the use of multilevel analysis could adjust for unknown and measurable confounding factors. Second, we used

**Table 1.** Results of Poisson regression analyses for solar radiation and cancer mortality in Japan according to various models: men

Site of cancer	Model 1		Model 2		Model 4		Model 6	
	Coefficient	(SE)	Coefficient	(SE)	Coefficient	(SE)	Coefficient	(SE)
All sites	-0.0295	(0.0018)***	-0.0364	(0.0020)***	0.0067	(0.0038)	-0.0116	(0.0038)**
Esophagus	-0.2226	(0.0082)***	-0.1606	(0.0093)***	-0.1099	(0.0173)***	-0.1160	(0.0175)***
Stomach	-0.1546	(0.0040)***	-0.0723	(0.0046)***	0.0259	(0.0087)**	-0.0255	(0.0089)**
Colorectum	-0.0885	(0.0053)***	-0.0625	(0.0060)***	-0.0189	(0.0103)	-0.0267	(0.0100)**
Gallbladder	-0.0149	(0.0089)	-0.0079	(0.0099)	-0.0160	(0.0161)	-0.0180	(0.0133)
Pancreas	-0.0686	(0.0073)***	-0.0617	(0.0083)***	-0.0410	(0.0130)**	-0.0357	(0.0113)**
Liver	0.1209	(0.0048)***	0.0656	(0.0055)***	0.0637	(0.0107)***	0.0293	(0.0110)**
Lung	-0.0183	(0.0037)***	-0.0507	(0.0043)***	-0.0024	(0.0077)	-0.0299	(0.0076)***

\*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.001$ 

Model 1: Single-level (prefecture) without adjustment

Model 2: Single-level (prefecture) with adjustment for dietary factors and smoking rate

Model 4: Multi-level (prefecture and municipality) without adjustment

Model 6: Multi-level (prefecture and municipality) with adjustment for dietary factors, smoking rate and socioeconomic conditions

**Table 2.** Results of Poisson regression analyses for solar radiation and cancer mortality in Japan according to various models: women

Site of cancer	Model 1		Model 2		Model 4		Model 6	
	Coefficient	(SE)	Coefficient	(SE)	Coefficient	(SE)	Coefficient	(SE)
All sites	-0.0474	(0.0022)***	-0.0369	(0.0026)***	-0.0021	(0.0045)	-0.0146	(0.0044)***
Stomach	-0.0745	(0.0055)***	-0.0644	(0.0065)***	-0.0052	(0.0115)	-0.0121	(0.0118)
Colorectum	-0.1035	(0.0058)***	-0.0724	(0.0069)***	-0.0529	(0.0108)***	-0.0516	(0.0110)***
Gallbladder	-0.0359	(0.0080)***	-0.0244	(0.0094)**	-0.0338	(0.0146)*	-0.0373	(0.0138)**
Pancreas	-0.0736	(0.0078)***	-0.0478	(0.0094)***	-0.0494	(0.0128)***	-0.0316	(0.0118)**
Breast	-0.1014	(0.0079)***	-0.0255	(0.0096)**	-0.0089	(0.0155)	0.0165	(0.0131)
Lung	-0.0384	(0.0060)***	-0.0382	(0.0073)***	0.0069	(0.0124)	-0.0226	(0.0112)*

\*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.001$ 

Model 1: Single-level (prefecture) without adjustment

Model 2: Single-level (prefecture) with adjustment for dietary factors and smoking rate

Model 4: Multi-level (prefecture and municipality) without adjustment

Model 6: Multi-level (prefecture and municipality) with adjustment for dietary factors, smoking rate and socioeconomic conditions

potential confounding factors as much as possible. Last, Poisson regression analysis could compare not the correlation coefficient, but the regression coefficient. Because of these three advantages, our analysis approached the true relationship between solar radiation and cancer mortality.

Using the final model, multilevel analysis with adjustment for socioeconomic and dietary variables, we examined the relationship between solar radiation and cancer mortality of main sites. Solar radiation was significantly negatively associated with most gastrointestinal cancers and male lung cancer. These findings agree with previous studies, which showed a beneficial effect of solar radiation on these cancers (1).

The beneficial effect of solar radiation on cancer is partly explained by vitamin D. Epidemiological studies including a cohort study and intervention study demonstrated evidence that high serum levels of vitamin D are associated with lower risk of some cancers (1). The evidence suggested that the beneficial effects of sunlight against cancer might be mediated by its role in vitamin D production.

This study found an inverse effect of solar radiation on liver cancer. Since it is not reasonable that solar radiation increases the risk of liver cancer, even the final model seems to suffer from remaining confounding factors. For female breast cancer, on

which solar radiation has been demonstrated to have a beneficial effect in western countries (5,6), the final model of this study showed no relationship with solar radiation. This inconsistency suggests that differences in the incidence/mortality and the strength of other risk factors among countries could contribute to the impact of solar radiation.

In conclusion, this study attempted to examine the suitability of different statistical models in relation to solar radiation and cancer mortality, and demonstrated that multilevel analysis with adjustment for relevant possible confounding factors is more suitable than single-level analysis. Using multi-level analysis, our findings support the preventive effectiveness of solar radiation on several types of cancer, especially gastrointestinal cancer.

#### Acknowledgement

This work was supported by a Grant-in-Aid from the Ministry of Health, Labour and Welfare (H18-Ganrinsho-Ippan-016).

#### References

1. Krickler A, Armstrong B. Does sunlight have a beneficial influence on certain cancers? *Prog Biophys Mol Biol*

- 2006; 92:132-139.
2. Garland CF, Garland FC. Do sunlight and vitamin D reduce the likelihood of colon cancer? *Int J Epidemiol* 1980; 9:227-231.
  3. Giovannucci E. Commentary: vitamin D and colorectal cancer--twenty-five years later. *Int J Epidemiol* 2006; 35:222-224.
  4. Ulrich CM, Holmes RS. Shedding light on colorectal cancer prognosis: vitamin D and beyond. *J Clin Oncol* 2008; 26:2937-2939.
  5. Coyle YM. The effect of environment on breast cancer risk. *Breast Cancer Res Treat* 2004; 84:273-288.
  6. Gorham ED, Garland FC, Garland CF. Sunlight and breast cancer incidence in the USSR. *Int J Epidemiol* 1990; 19:820-824.
  7. Mohr SB, Garland CF, Gorham ED, Grant WB, Garland FC. Could ultraviolet B irradiance and vitamin D be associated with lower incidence rates of lung cancer? *J Epidemiol Community Health* 2008; 62:69-74.
  8. Porojnicu AC, Robsahm TE, Dahlback A, Berg JP, Christiani D, Bruland OS, Moan J. Seasonal and geographical variations in lung cancer prognosis in Norway. Does Vitamin D from the sun play a role? *Lung Cancer (Amsterdam, Netherlands)* 2007; 55:263-270.
  9. Boscoe FP, Schymura MJ. Solar ultraviolet-B exposure and cancer incidence and mortality in the United States, 1993-2002. *BMC Cancer* 2006; 6:264.
  10. Grant WB. An ecologic study of cancer mortality rates in Spain with respect to indices of solar UVB irradiance and smoking. *Int J Cancer* 2007; 120:1123-1128.
  11. Colli JL, Grant WB. Solar ultraviolet B radiation compared with prostate cancer incidence and mortality rates in United States. *Urology* 2008; 71:531-535.
  12. Lefkowitz ES, Garland CF. Sunlight, vitamin D, and ovarian cancer mortality rates in US women. *Int J Epidemiol* 1994; 23:1133-1136.
  13. Grant WB. Does solar ultraviolet irradiation affect cancer mortality rates in China? *Asian Pac J Cancer Prev* 2007; 8:236-242.
  14. Kinoshita S, Wagatsuma Y, Okada M. Geographical distribution for malignant neoplasm of the pancreas in relation to selected climatic factors in Japan. *Int J Health Geogr* 2007; 6:34.
  15. Mizoue T. Ecological study of solar radiation and cancer mortality in Japan. *Health Physics* 2004; 87:532-538.
  16. John EM, Koo J, Schwartz GG. Sun exposure and prostate cancer risk: evidence for a protective effect of early-life exposure. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2007; 16:1283-1286.
  17. Karagas MR, Zens MS, Nelson HH, Mabuchi K, Perry AE, Stukel TA, Mott LA, Andrew AS, Applebaum KM, Linet M. Measures of cumulative exposure from a standardized sun exposure history questionnaire: a comparison with histologic assessment of solar skin damage. *Am J Epidemiol* 2007; 165:719-726.
  18. Greenland S, Robins J. Ecological studies, biases, misconceptions, and counter-examples. *Am J Epidemiol* 1994; 139:747-760.
  19. Waltz P, Chodick G. Assessment of ecological regression in the study of colon, breast, ovary, non-Hodgkin's lymphoma, or prostate cancer and residential UV. *Eur J Cancer Prev* 2008; 17:279-286.
  20. Diez Roux AV. Multilevel analysis in public health research. *Annu Rev Public Health* 2000; 21:171-192.
  21. Subramanian SV, Jones K, Duncan C. Multilevel methods for public health research. In: *Neighborhoods and health*. (Kawachi I, Berkman LF, eds.). Oxford University Press, Oxford, UK, 2003; pp. 65-111.
  22. Fukuda Y, Nakamura K, Takano T. Municipal socioeconomic status and mortality in Japan: sex and age differences, and trends in 1973-1998. *Soc Sci Med* 2004; 59:2435-2445.
  23. Fukuda Y, Nakamura K, Takano T. Cause-specific mortality differences across socioeconomic position of municipalities in Japan, 1973 to 1998: increased importance of injury and suicide to inequality. *Int J Epidemiol* 2005; 34:100-109.
  24. Ministry of Health, Labour and Welfare. *Vital Statistics 1998, 1999, 2000, 2001 and 2002*. Tokyo: Health and Welfare Statistics Association; 2000, 2001, 2002, 2003, and 2004.
  25. Fukuda Y, Umezaki M, Nakamura K, Takano T. Variations in societal characteristics of spatial disease clusters: examples of colon, lung and breast cancers in Japan. *Int J Health Geogr* 2005; 4:16.
  26. The program is available upon request to the developer, T. Nakaya (e-mail: [nakaya@lt.ritsumei.ac.jp](mailto:nakaya@lt.ritsumei.ac.jp)). It also will be distributed on the following website. <http://www.ritsumei.ac.jp/~nakaya/>.
  27. Standard Grid Square and Grid Square Code Used for the Statistics (Announcement No. 143 by the Administrative Management Agency) (<http://www.stat.go.jp/english/data/mesh/02.htm>)
  28. Agency TJM. Document of Mesh Climatic Data 2000 (CD-ROM). 2002.
  29. Nakamura E, Yoshiike N. Prefectural nutritional indicators using National Nutritional Survey; Tokyo: Ministry of Health, Labour and Welfare; 2003.
  30. Fukuda Y, Nakamura K, Takano T. Higher mortality in areas of lower socioeconomic position measured by a single index of deprivation in Japan. *Public Health* 2007; 121:163-173.
  31. Ministry of Health, Labour and Welfare. 2004 Comprehensive Survey of the Living Conditions of People on Health and Welfare. Tokyo: Health and Welfare Statistics Association; 2006.

(Received November 17, 2008; Accepted December 7, 2008)