

年齢・時代別データの分析に基づく 乳癌死亡と食の嗜好に関する研究

尚美学園大学 芸術情報学部 教授

華山 宣胤

要約

近年、いわゆる「健康食品」に関するマーケティングが注目されている。健康問題について、世界的な問題である50歳以上の女性の乳癌に注目すると、近年の増加の要因として、年齢による女性ホルモン分泌量の変化、少子化、働く女性、40歳以上で初めて妊娠する女性の増加に加えて、食文化の西欧化が指摘されている。そこで本研究では、人々の料理に関する嗜好の変化が乳癌死亡に影響を議論するために、50歳以上の女性に関する乳癌死亡者数データと「好きな料理（ビーフシチュー」「焼き魚」「カレーライス」など28種類）」に関する調査データを提案する手順に基づいて分析を行った。結果からは、ビーフステーキ・ローストビーフとハンバーグステーキの嗜好の増加が乳癌死亡の増加に影響を与えたという知見が得られた。

キーワード

体験効果、年齢効果、年齢・時代・コホートモデル、年齢・体験モデル

I. はじめに

近年、例えば小野（2017）が日本の保健機能食品制度が及ぼす影響に関するマーケティング研究について議論をしているように、いわゆる「健康食品」に関するマーケティングが注目されている。健康問題について、世界的な問題である50歳以上の女性の乳癌に注目すると、近年の増加の要因として、年齢による女性ホルモン分泌量の変化、少子化、働く女性、40歳以上で初めて妊娠する女性の増加に加えて、食文化の西欧化が指摘されている（Minami et al., 2004）。食文化の西欧化について具体的には、「さしみ」「焼き魚」などの伝統的な和食から「ビーフシチュー」「ピザ」「カレーライス」などの洋食への嗜好の変化と考えることができるであろう。

そこで本研究では、50歳以上の女性に関する5年観察人年（Person-years）に対する5歳階級別10,000人あたりの乳癌死亡者数データと、JNNデータバンクから得られた年齢・年次別の「好きな料理（28種類）」に関するデータを、年齢・体験モデル（Hanayama, 2004）を拡張したモデルを用いて分析し、食文化の西欧化が乳癌死亡に与えた影響を議論する。

まず、次の第II節では、50歳以上の女性に乳癌死亡者数

の実データを見ながら、年齢・体験モデルおよびその拡張モデルの考え方を説明する。第III節では、「好きな料理（28種類）」に関するデータから得られた体験効果の推定値と乳癌死亡に関する体験効果を合わせて分析する手順を紹介し、その結果を示す。第IV説では、他の研究と本研究から得られた知見について比較し、この研究の発展の可能性を述べる。

II. 拡張型年齢・モデルによる 乳癌死亡データの分析

表—1に示す50歳以上の女性に関する年齢・時代別乳癌死亡データ（5年観察人年（Person-years）に対する5歳階級別10,000人あたりの乳癌死亡者数）を見てみよう。すると、1985-89年と2010-14年では、全ての年齢階級で約2倍近く増加しているにも関わらず、50-54歳階級だけに注目すると、2000-04年以降減少の傾向が見られる。このような趨勢は、年齢による女性ホルモン分泌量の変化の影響（本研究では「年齢効果」と呼ぶ）や食文化の西欧化、少子化、働く女性、40歳以上で初めて妊娠する女性の増加の影響（本研究では「体験効果」と呼ぶ）が複雑に影響

響した結果であると考えられる。Hanayama (2004) はこのような乳癌死亡数の複雑な趨勢を分析するために、年齢・体験モデルを提案した。以下では、年齢・体験モデルの考え方をレクシス図 (Keiding, 1990) を用いて説明する。

図一1にレクシス図を示す。図上の縦軸は年齢を横軸は時間 (年) を、そして斜線は生存している個人を表し、各個人は斜線の右上の端点で死亡する。このとき、年齢階級×時代区分 $([A_{i-1}, A_i] \times [P_{j-1}, P_j])$; $A_i - A_{i-1} = P_j - P_{j-1}$; $i=1, 2, \dots, I$; $j=1, 2, \dots, J$ $[A_{i-1}, A_i] \times [P_{j-1}, P_j]$ に対応する死亡率は、 $[A_{i-1}, A_i] \times [P_{j-1}, P_j]$ の端点の数 (D_{ij} で示す) を $[A_{i-1}, A_i] \times [P_{j-1}, P_j]$ 内で生存した全個人の生存時間の合計 (X_{ij} で示す) で除算した値で計算される。ただし、 X_{ij} を実際に観測することは難しいため、 $[P_{j-1}, P_j]$ の各年の年齢階級 $[A_{i-1}, A_i]$ での生存者数を合計した観察人年 (N_{ij} で示す)

を用いて D_{ij} / N_{ij} で近似する。

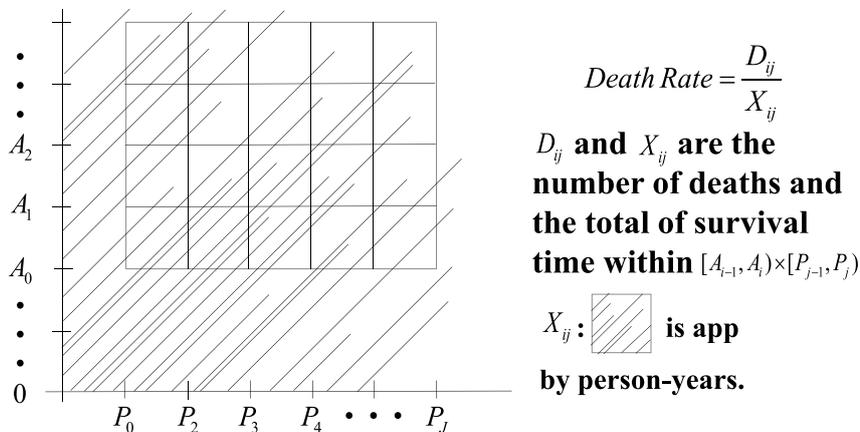
レクシス図上の死亡率について、図一2 (左) の●で示す D_{ij} / N_{ij} ; $i=1, \dots, I$ が共通して他のデータより大きい/小さいとしよう。このとき我々は $[A_{i-1}, A_i]$ に関わる効果、年齢効果が存在すると考える。また、図一2 (中) の●で示す D_{ij} / N_{ij} ; $j=1, \dots, J$ が共通して他のデータより大きい/小さいとしよう。このとき我々は時代区分 $[P_{j-1}, P_j]$ に関係する効果、時代効果が存在すると考える。さらに、図一2 (右) の●で示す D_{ij} / N_{ij} ; $j-i=k$ (これらのデータは $[P_{k-1}, P_k]$ に年齢が $[A_0, A_i]$ であった人々: コホートに関わる) が共通して他のデータより大きい/小さいとしよう。このとき我々は時代区分 $[P_{k-1}, P_k]$ に年齢が $[A_0, A_i]$ であったコホートに関係する効果、コホート効果が存在すると考える。

表一1 5歳階級別 10,000人あたりの乳癌者数 (女性)

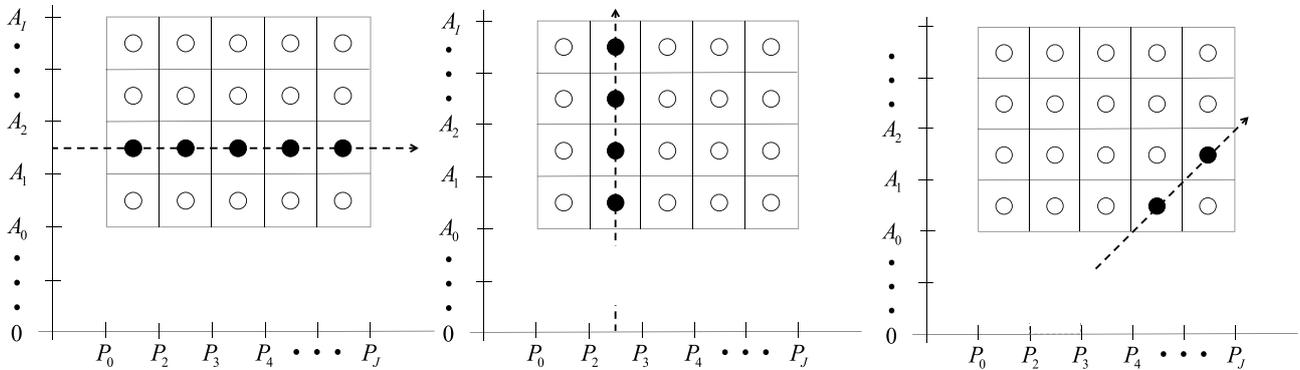
Age-group	Period					
	1985-1989	1990-1994	1995-1999	2000-2004	2005-2009	2010-2014
50-54	18.8	21.1	26.6	29.2	28.6	27.2
55-59	21.5	23.5	27.3	31.5	35.6	35.8
60-64	20.9	22.3	26.0	29.5	34.0	36.8
65-69	19.0	21.7	24.8	27.4	31.3	36.1
70-74	18.9	20.9	24.0	25.6	30.1	34.0
75-79	18.6	20.1	24.9	27.4	30.6	34.8

出典：人口動態調査 (厚生労働省)

図一1 レクシス図上での年齢・時代別死亡率



図—2 年齢効果 (左)・時代効果 (中)・コホート効果 (右)



年齢効果, 時代効果, コホート効果の推定は年齢・時代別データの分析において50年以上前から現在に至るまでの興味を中心である (Armitage and Doll, 1954)。しかし, 筆者は時代効果とコホート効果について, 次に示す2つの疑問から, 乳癌死亡データを分析するためには, 解釈に難しい点があると考えた。

- ・ 時代効果は $[P_{j-1}, P_j]$ に起きた出来事が人々に与える影響と感られるが, その出来事の影響が $[P_{j-1}, P_j]$ より後には無くなると考えるより, 図—2 (左) に示すように, $[P_{j-1}, P_j]$ より後にも持続すると考える方が尤もらしくないだろうか?
- ・ コホートは「人生のある時期に共通の重大な出来事を体験した人々」(Glenn, 1977)と定義されるが, 乳癌に関して「人生のある時期」を出生時や思春期に特定することは難しく, 図—2 (中) に示すように, 重大な出来事を体験した人々の全てが影響されると仮定ことが自然ではないだろうか?

以上の2つの疑問からHanayama (2004) は図—3 (右) に示す「体験効果」を導入し, 年齢・時代別に与えられた乳癌死亡データに, 次に示す「年齢・体験モデル」を当てはめることを提案した。体験効果は, ある時期に起きた出来事を体験した人々全てに影響をする効果で, 図—3 (右) では $[P_2, P_3]$ に起きた出来事を体験した人々に関わる死亡率が●で示されている。そして, Hanayama (2004) はこれらの体験効果が人々の死亡率に累積的に影響する (図—4)

と仮定して, 下に示す年齢・体験モデルを提案した。

$$\log \lambda_{ij} = \log \frac{E[D_{ij}]}{X_{ij}} = \mu + \alpha_i + \sum_{k=j-i}^{j-1} \xi_k,$$

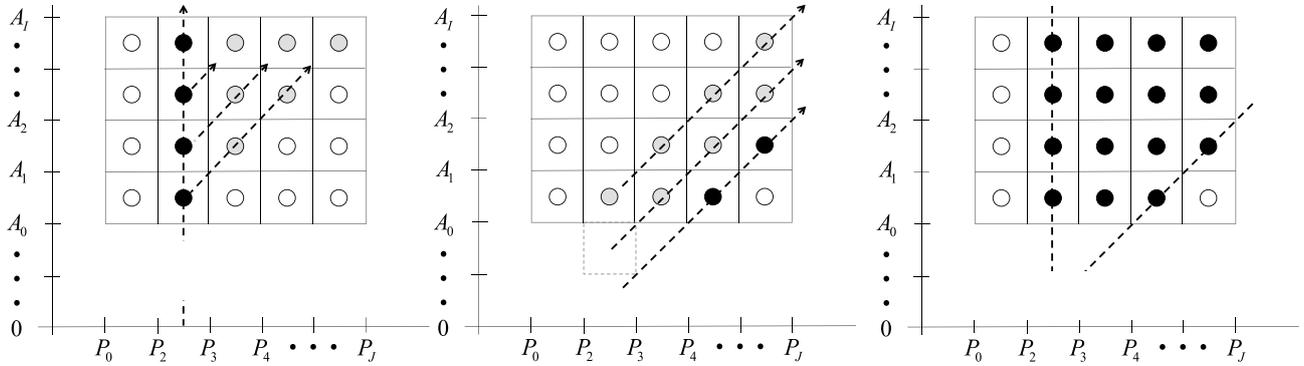
ただし, ξ_k は $[P_k, P_{k+1})$ に起きた出来事の体験効果を, α_i は年齢 $[A_{i-1}, A_i)$ に関わる連例効果を表している。

年齢・体験モデルを用いた乳癌死亡データの分析からは有意義な知見を得ることができたが, $[P_k, P_{k+1})$ に起きた出来事がそれを体験した全ての人々に影響し, その効果が持続するという仮定は, 強すぎるものかもしれない。例えば, 乳癌予防キャンペーンの影響が幼児から高齢者まで全ての人々に影響を与えるとは考え難い。また, ある期間だけのキャンペーンの影響が永久に持続することも考え難い。そこで, L : 影響を受ける最低年齢 (図—5 (左)), U : 影響を受ける最高年齢 (図—5 (中)), D : 影響が持続する期間 (図—5 (右))を導入した以下の拡張モデルを提案する。

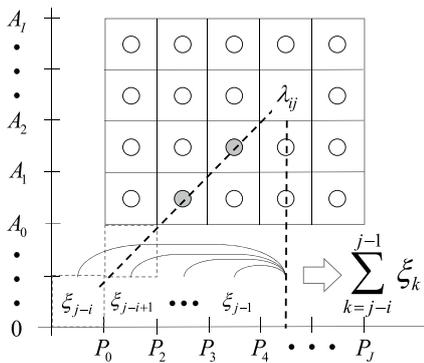
$$\log \lambda_{ij} = \mu + \alpha_i + \sum_{k=j-(i-L)+1}^{\min(j-(i-U)+1, j-(i-L)+1+D)} \xi_k.$$

上式から分かるように, 拡張モデルは, L, U, D の値で決まる複数の年齢体験モデルの「集まり」である。そこで, L, U, D の値は「モデル選択」の問題として, AIC (赤池情報量基準) が最も小さい組み合わせが選択される。

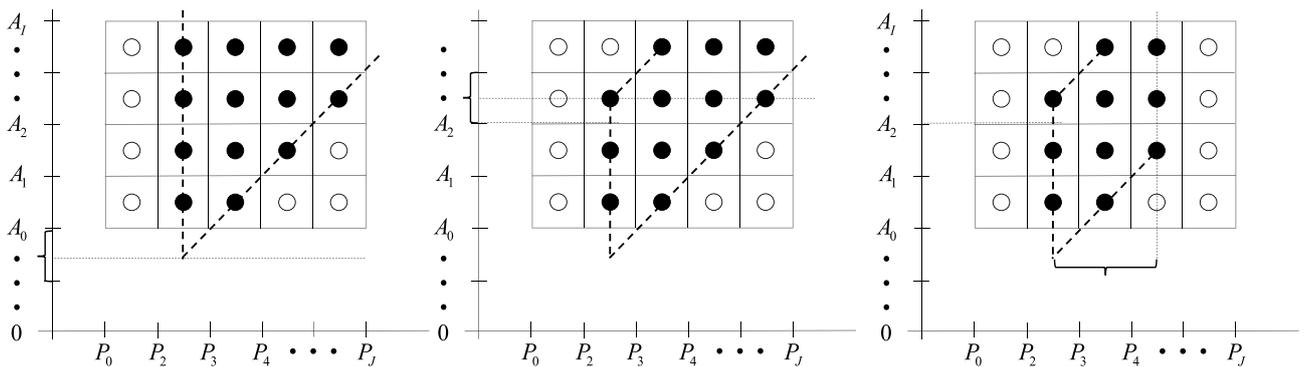
図—3 年齢効果（左）・時代効果（中）・コホート効果（右）



図—4 年齢・体験モデルの考え方



図—5 影響を受ける最低年齢（左）と最高年齢（中）および持続期間（右）



表—2に拡張型・年齢・体験モデルを当てはめた結果を示す。表から、乳癌死亡について、社会で起きた出来事に影響される最低年齢は40—44歳、最高年齢は65—69歳、

出来事を体験した後の影響は30年続くと推定された。また、年齢・時代別データの分析に頻繁に用いられる年齢・時代・コホートモデル（Armitage and Doll, 1954）よりも、

AICの意味で、良い当てはまりを示したことが分かる。

図-6に、年齢効果と体験効果の推定値を示す。図-6(左)から、55-59歳以降は乳癌死亡のリスクは増加せずほぼ一定であると推定されたことが分かる。また、図-6(右)から、1985-89年から1995-99に大きな増加が見られる。これは、食文化の西欧化、少子化、働く女性および40歳以上で初めて妊娠する女性の増加した時期と一致している。また、2000-04年以降の体験効果がそれ以前より減少している。これは、2000年に50歳以上に、2004年からは40歳以上に乳癌検診にマンモグラフィが導入された時期と一致している。時期が一致しているだけで、乳癌死亡のリスクを特定できるとは言えないが、これまでの乳癌研究と整合する結果が得られたことは有意義であると考えられる。

III. 拡張型年齢・環境モデルによる料理嗜好データの分析

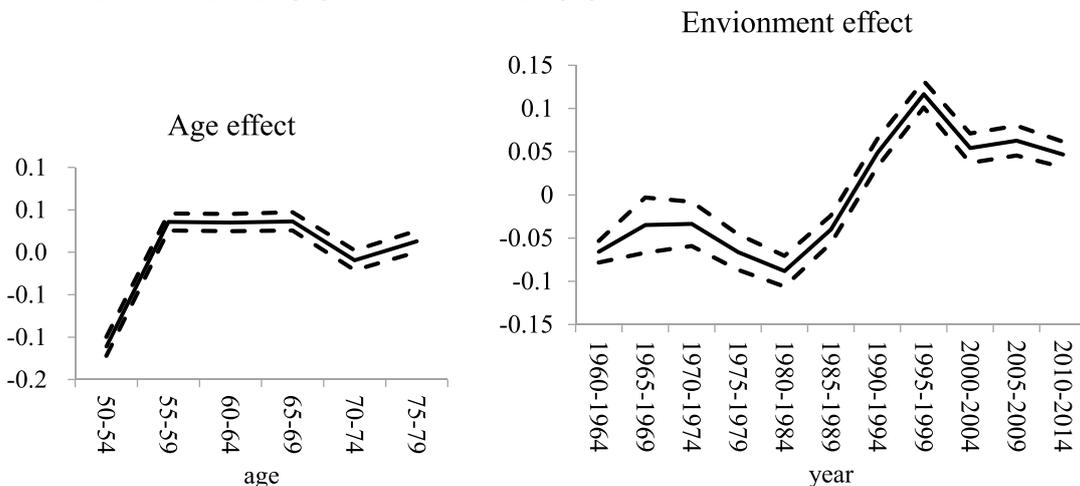
前節では、拡張型の年齢・体験モデルによる年齢・時代別乳癌死亡データの分析から1985以降の社会で起きた出来事の影響を読み取ることができることを示した。本節では、拡張型の年齢・体験モデルを用いたデータ解析の可能性を拡張するために、「食文化の西欧化」に注目し、人々の料理に対する嗜好の変化の影響を議論する。

「料理に対する嗜好の変化」に注目した理由は、JNNデータバンク (<https://www.jds.ne.jp/datebase01j/>) を利用することにより、JNNデータバンク (TBSテレビをキー局とする全国28社のテレビ局 (JNN系列) が、毎年共同で行っている総合ライフスタイル調査) から、「寿司」「焼き魚」「カレーライス」など28種類の伝統的な料理についての人々の嗜好に関するデータを40年以上に亘って年齢別に得ることができる。

表-2 推定結果の概要

The youngest age-group who are affected by the environment	40-44 years
The oldest age-group who are affected by the environment	65-69 years
Duration that exposure to the environment take effect	30 years
AIC	3324082.66
Difference of AICs between EAE and APC models	13.16

図-6 年齢効果の推定値 (左)と体験効果の推定値 (右)



分析の手順は、次に示すとおりである：①28種類の料理について各々の体験効果の推定、②好きな料理」に関する体験効果を説明変数、乳癌死亡に関する体験効果を目的変数としたF=2を基準とした変数選択ありの回帰分析。28種類の料理のうちビーフステーキ・ローストビーフの嗜好に関する体験効果の推定値を図-7示す。また、手続②で行う回帰分析（F=2を基準とした変数選択あり）のイメージを図-8に示す。

表-3に①②の手順から得られた回帰分析の結果をします。表から、ハンバーグとビーフステーキ・ローストビーフの嗜好が増加すると乳癌死亡体験効果の値が大きくなること

が分かる。一方、ビーフシチューの回帰係数の推定値は負の値であるが、これは、「ビーフシチューよりハンバーグとビーフステーキ・ローストビーフを好む」、または「ビーフシチューからハンバーグとビーフステーキ・ローストビーフへ嗜好が変わる」ことが、乳癌死亡の体験効果の値を大きくすると解釈することができる。筆者の体験からは、子供の頃、ビーフシチューはほとんどの子供たちに人気であったが、大人になると、あっさりした料理へ嗜好が変わる人々とステーキやビーフステーキなどの肉料理を好む人々に分かれるように思われるが、このような嗜好の変化のパターンを反映した結果と解釈することができるかもしれない。

図-7 ビーフステーキ・ローストビーフの嗜好に関する体験効果の推定値

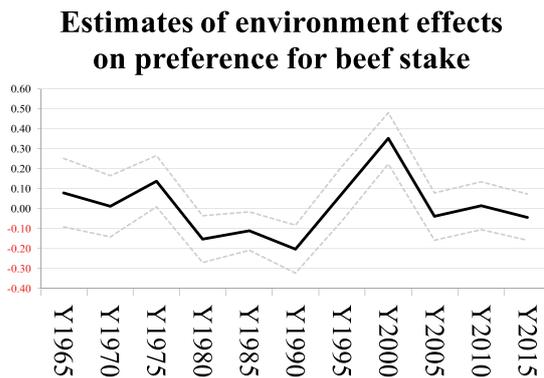
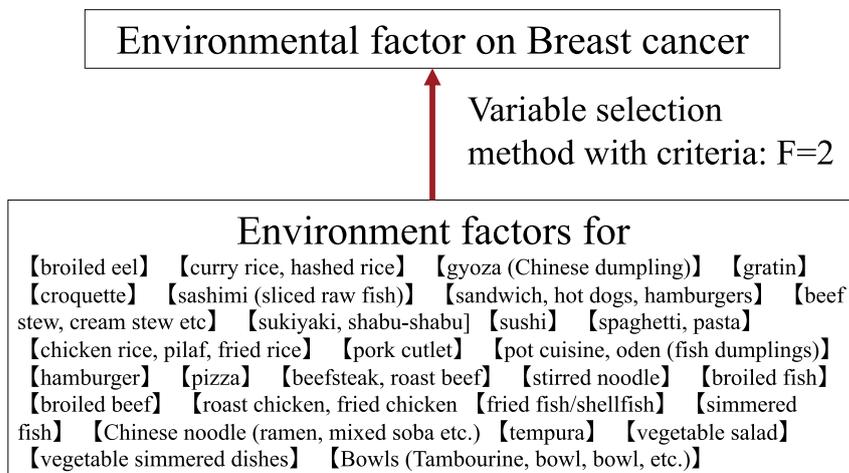


図-8 「好きな料理」に関する体験効果（28種類）を説明変数、乳癌死亡に関する体験効果を目的変数とした回帰分析（F=2を基準とした変数選択）のイメージ



表—3 回帰分析の結果

Regression Statistics

R square	0.79
Adjusted R square	0.69

Multi regression

	Coefficient	Standard Coefficient	F-value	p-value	Significancy
Hamburger stake	0.38	0.75	14.57	0.01	[**]
Beef stake, Roast beef	0.23	0.53	7.85	0.03	[*]
Beef stew	-0.16	-0.41	4.14	0.08	[]
Constant	-0.00		0.08	0.79	[]

IV. ディスカッション

前節では、ビーフシチュー、ビーフステーキ・ローストビーフが乳癌死亡に影響を与える料理として抽出されたが、Kang et al. (2010) が大豆食品の過剰摂取と閉経後の女性の乳癌リスクとの関係が議論している。本研究で用いた料理に関する嗜好データには、豆腐料理など大豆を多く含むものが含まれていないため、乳癌と食物の関係については、より幅広く詳細な研究が必要であると考えられる。

さらに、大豆に含まれるイソフラボンの接種は、乳癌を抑制するが肝臓癌の危険を増加させるという研究結果がある (Kurahashi et al., 2009)。このため、乳癌と食物摂取の関係を議論するためには、他の部位の癌と総合的に議論する必要があるかもしれない。そのような複雑で幅広い研究は本報告の目的の範囲を超えているが、今後の課題であろう。

謝辞

本研究で扱ったデータを得るために利用したJNNデータバンクを運営する株式会社ジェーディーエスに感謝申し上げます。

引用文献

Armitage P, Doll R. (1954). The age distribution of cancer and multi-stage theory of carcinogenesis. *British Journal of Cancer* 8:1-12.

Glenn ND. (1977). *Cohort Analysis*, Sage Publications.

Kang, Xinmei & Zhang, Qingyuan & Wang, Shuhuai & Huang, Xu & Jin, Shi. (2010). Effect of soy isoflavones on breast cancer recurrence and death for patients receiving adjuvant endocrine therapy. *CMAJ : Canadian Medical Association journal = journal de l'Association medicale canadienne*. 182. 1857-62.

Keiding, N. (1990). Statistical Inference in the Lexis Diagram. *Philosophical Transactions: Physical Sciences and Engineering*, 332(1627), 487-509.

Minami, Y. T., Y. Tsubono, et al. (2004). The increase of female breast cancer incidence in Japan: emergence of birth cohort effect. *Int J Cancer* 108: 901-906.

Kurahashi, N., Inoue, M., Iwasaki, M., Tanaka, Y., Mizokami, M., Tsugane, S., & JPHC Study Group (2009). Isoflavone consumption and subsequent risk of hepatocellular carcinoma in a population-based prospective cohort of Japanese men and women. *International journal of cancer*, 124(7), 1644-1649.

Hanayama, N. (2004). Age-environment model for breast cancer. *Environmetrics*, 15, 219-232.

小野 雅琴 (2017). 「食品の健康表示規制に関するマーケティング研究」, 『マーケティングジャーナル, 2016-2017』 36巻 (4号), 146-156.