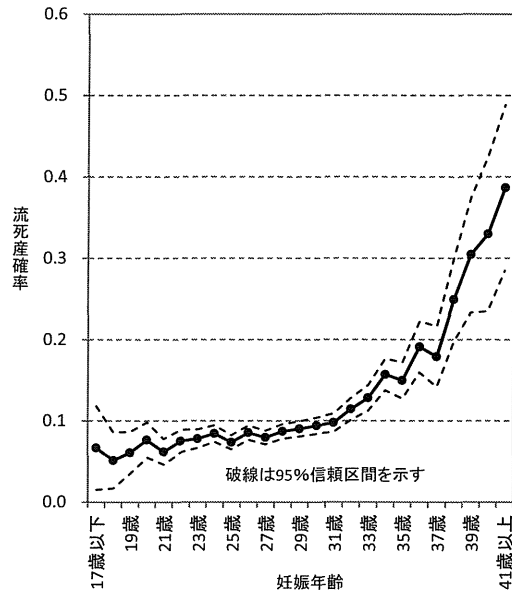


図1 妊娠年齢別にみた妊娠1回あたりの流死産確率



データ：「出生動向基本調査」(岩澤 2012)

Ⅲ データ

日本において、妊娠前の親の喫煙状況とその後の生殖過程をとらえた大規模調査はほとんどない。2011年に始まった環境省および(独)国立環境研究所による「子どもの健康と環境に関する全国調査(エコチル調査)」においては、母の喫煙習慣や母尿中のニコチンを測定し、妊娠異常や胎児の発達との関係を分析する予定であるが、妊娠後の母親が対象となることから、妊孕性については分析の対象外となっている。喫煙と出生力との関係がわかる唯一の大規模調査が厚生労働省統計情報部による「21世紀出生児縦断調査(平成13年出生児)」であり、本研究ではこの調査の第1回～第6回分を用いる。ただし、出生児を対象とした調査であるため、2001年に出生経験のある、子どもを1人以上生んでいる夫妻が対象であると言い換えることができる。また2001年時点で父母が同居しているケースに限定した。第8回以降も調査は継続されているが、子どもの出生月の項目が削除され出生年情報しか得られないため分析には使用しなかった。

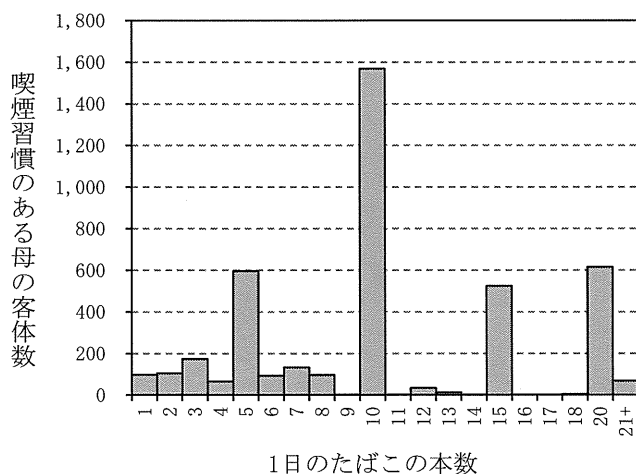
喫煙習慣が出生力に影響を与える経路としては、上記の先行研究により(1)受胎待ち時間の長期化・不妊、(2)子宮外妊娠、(3)流産、(4)胎盤剥離、(5)周産期死亡、(6)死産、(7)先天性形成異常、といったものがあることを示したが、出生児縦断調査には、残念ながら流産経験や妊娠中の問題に関する情報はない。出生児縦断調査で把握できるのは、次子の出生の有無とその出生年月である。本研究ではこれらの情報からとらえられる出生力指標を喫煙習慣で説明するモデルをいくつか提示し、結果を比較する。

また、喫煙と出生力との関係は、喫煙が妊孕力や流死産を通じて出生力を引き下げるほか、喫煙している人は出生意欲が低い傾向にあり、避妊をするなど意図的に出生を回避している場合、その効果も含んでいることになる。したがって本研究における喫煙の

効果は、こうした喫煙者の出生意欲の特徴も含んだ結果であることに留意する必要がある。

分析対象となった夫婦数（母の数）は、32,632 であり、第 1 回調査時において母が喫煙しているケースが 4,197(12.9%)、喫煙していないケースは 28,435(87.1%)であった。また喫煙習慣のある母の 1 日のたばこの本数の分布を図 2 に示したが、1 日 10 本が最も多いケース数となっている。この情報を用い、喫煙習慣の有無のみならず、喫煙本数と子ども数との間に量—反応関係があるかを検証することで、喫煙の直接的影響を確認する。

図 2 21 世紀縦断調査における 1 日のたばこ本数別にみた母の標本数（第 1 回調査）



データ：「21 世紀出生児縦断調査」

注：喫煙習慣のある母 4,197 件について。この他、「たばこを吸っていない」母の標本数は 28,435 件となる。

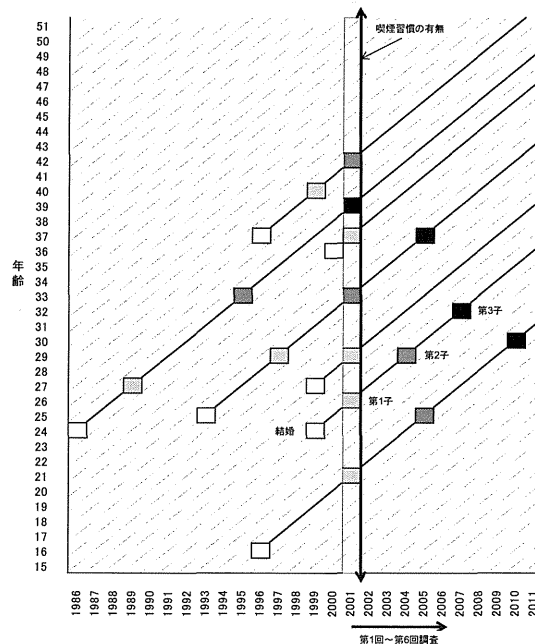
なお、出生児縦断調査における最初の喫煙の情報は、対象児が生まれてから半年後の時点のものとなる。従って、妊娠中の喫煙の有無ではない。また、出生児を対象にしている調査であるため、第 1 回調査の父母の喫煙の情報は、第 1 子の出産後である場合もあれば、第 3 子の出産後である場合もある。本研究では、妊娠中の喫煙の当該に妊娠に与える影響というよりも、再生産期間全般にわたる喫煙習慣が生涯の出生力に与える影響をとらえていることになる。ただし、喫煙の情報が得られた際にすでに生んでいる子ども数を統制することはできる。具体的には、主効果の他に、喫煙と対象児第 2 子、喫煙と対象児第 3 子以上、の交互作用項を投入し、調査時点の影響を統制する。参考までに対象児の親の結婚と出生イベントに関する生命線を図 3 に示した。

以上の目的から、処置変数である父母の喫煙状況は、(1) 父母の喫煙習慣の有無、(2) 母の 1 日の喫煙本数（喫煙なし、1～5 本、6～10 本、11 本以上）、そして既往出生児を扱う場合は (3) 母の喫煙習慣の有無と対象児の出生順位との交互作用効果、の 3 項目について分析を行った。

本研究は、厚生労働科学研究費補助金（政策科学総合研究事業（政策科学推進研究事業））「縦断および横断調査によるライフコース事象の経時変化分析と施策への対応に関する研究」（代表者：金子隆一）（平成 24 年～25 年度）の成果物である。本稿で使用した

21 世紀出生児縦断調査の個票データは、統計法（平成 19 年法律第 53 号）第 32 条の規程に基づき、上記研究の遂行を目的として、国立社会保障・人口問題研究所において同調査等に係る調査票情報の提供の申出を行い（平成 24 年 9 月 25 日付、社人研発 092502 号および平成 24 年 12 月 18 日付、社人研発第 121801 号）、厚生労働省大臣官房統計情報部から利用の承認を得たものである（平成 24 年 10 月 25 日付、統発 1025 第 1 号および平成 24 年 12 月 25 日付、統発 1225 第 1 号）。

図 3 21 世紀出生児縦断調査における母の結婚生命線と出生イベントの例および父母の喫煙習慣調査



注：本研究では対象児出生半年後（第 1 回調査）の父母の喫煙習慣と第 6 回時既往出生児数との関係を検証する。

IV 従属変数とモデル、統制変数

分析モデルは従属変数である出生力指標によって異なるものを選択する必要がある。

(1) 第 6 回時点での夫妻の累積出生児数

この変数はカウント変数である。累積出生児数の分布は図 4 の通り右に裾をひく形状で有り、この従属変数は 0~8 をとる。ここでは、ポワソン回帰モデルを推定する。なお、第 1 回、第 2 回、第 6 回の回答者に限定する。

ポワソン分布回帰モデルは、少数のカウントデータがポワソン分布に従って生起すると仮定できる場合に適用できる。子ども数は平均値が 2~3 となる非負の分布を示すため、通常回帰モデルよりも、ポワソン分布回帰モデルが適合的であると考えられる。ある時点においてあるイベントが発生する確率または期待値を μ 、 y を発生したイベント数を示すランダム変数であるとする。ある時には平均よりも発生回数が少なく、また

別の時には多いようなイベントの場合、観察された y の発生確率は期待値 μ のポワソン分布に従う (Long and Freese 2006)。

$$\Pr(y | \mu) = \frac{e^{-\mu} \mu^y}{y!} \quad \text{ここで } y = 0, 1, 2, \dots$$

ポワソン分布の基本的な性質は以下の通りである。(1) μ は分布の平均を示し、 μ が大きくなるほど分布のピークは右にシフトする。(2) μ は同時に分散でもある。 $\text{Var}(y) = \mu$ という関係となっているため、平均と分散が比例的に変化 (equidispersion) することを仮定している。(3) μ が増加するにつれて、0 カウントの確率が減少する。(4) μ が増加するにつれて、ポワソン分布は正規分布に近似する。

ポワソン回帰モデルは、それぞれの観測値が異なる μ の値を持つことを許容することによってポワソン分布に拡張された回帰モデルである。すなわち、観察されたイベント y_i はポワソン分布における期待値 μ_i であり、 μ_i は観察された特質から推定される。これは観察された異質性 (observed heterogeneity) として知られ、構造方程式が導かれる。

$$\mu_i = E(y_i | x_i) = \exp(x_i' \beta)$$

この式を対数変換すると、

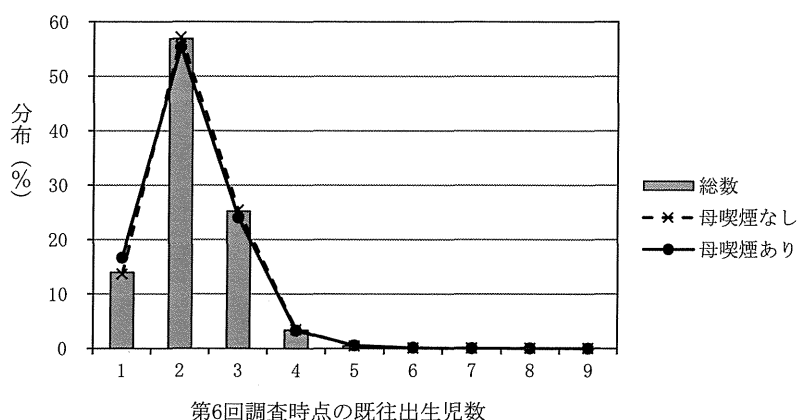
$$\log(\mu_i) = x_i' \beta$$

となり、 \log をリンク関数とした一般化線形モデルの一つと位置づけられる。

ポアソン回帰は平均値と分散が比例的に変化するという強い仮定を前提としている。この仮定が実際のデータに当てはまらない場合は、平均よりも分散が大きくなることを認める負の二項分布モデルや、分散と平均の関係の自由度をより高めた一般化ポワソン回帰モデルのほうが望ましい。こうしたモデルが有効かどうかを検証する。

なお、ポアソン分布は 0 以上をとる分布であるが、本分析に用いるデータは、出生児を対象とした縦断調査であり、父母の既往出生児は必ず 1 以上となる。事象が発生していないという情報が必要となるため、既往出生児数から 1 をマイナスした値を従属変数とした。

図4 21世紀出生児縦断調査における第6回調査時点の既往出生児数



(2) 第6回時点までの追加出生の有無

従属変数は追加出生有りの場合1、ない場合0をとるダミー変数である。ここでは出生順位別ロジスティック回帰モデルを推定する。なお、第1回、第2回、第6回の回答者に限定する。

ロジスティック回帰モデルは、ある現象が発生する確率 p を、説明変数で説明するモデルである。この場合、 p は次子を持つ確率となる。 p は、共変量の影響を線型な合成変数で表すことで、以下のようにモデル化される。

$$p(\mathbf{x}_i) = \Pr(Y_i = 1 | \mathbf{x}_i) = \frac{1}{1 + \exp(-\mathbf{x}_i' \boldsymbol{\beta})}$$

この式を変形すると

$$\log \frac{p(\mathbf{x}_i)}{1 - p(\mathbf{x}_i)} = \mathbf{x}_i' \boldsymbol{\beta}$$

となり、ロジスティック関数をリンク関数とした一般化線形モデルの一つと位置づけられる。

(3) 出生後9ヶ月以降の追加出生までの待ち時間

縦断調査において第6回時点での状況を従属変数にしたモデルでは、第6回までに脱落した対象を分析から落とすことになる。そうした情報の損失を防ぐ手法に、観察途中で追跡できなくなった打ち切りデータも含めることができるハザードモデルがある。今回のケースでは出生後9ヶ月以降の追加出生までの待ち時間に着目し、要因の効果が比例的に次子出生のハザード関数に影響することを仮定する出生順位別コックス回帰モデル（比例ハザードモデル）が有効である。

なお、脱落の影響を見るために、第1回、第2回、第6回の回答者に限定した場合

と、第3回以降の脱落者を打ち切りデータとして含めるモデルの両方を推定する。コックス回帰モデルでは、事象発生までの待ち時間を問題にしてそのハザード関数 $\lambda(t, \mathbf{x})$ をモデル化したもので、

$$\lambda(t, \mathbf{x}_i) = \lambda_0(t) \exp(\mathbf{x}'_i \boldsymbol{\beta})$$

この式を変形すると、

$$\log \frac{\lambda(t, \mathbf{x}_i)}{\lambda_0(t)} = \mathbf{x}'_i \boldsymbol{\beta}$$

$\lambda_0(t)$ は未知のベースラインハザード関数であり、その形は特定しない。また、説明変数の異なる2群A, Bのハザード関数も時点 t に関係なく比例し、基準カテゴリのハザード関数との比は相対ハザードと呼ばれ、基準カテゴリに比べハザードが何倍かを意味する。

$$\frac{\lambda(t, \mathbf{x}_A)}{\lambda(t, \mathbf{x}_B)} = \exp\{(\mathbf{x}'_A - \mathbf{x}'_B) \boldsymbol{\beta}\}$$

このほか、時間で変化する統制変数を含めることができる出生順位別 CLL モデルもあるが、分析については別稿にゆずる。

(4) 共変量と脱落

共変量については第1回および第2回調査から得られる情報を用いた。母結婚年齢、父結婚年齢、第6回時結婚持続期間、第1子婚前妊娠ダミー、母の学歴、父の学歴、対象児出生1年前の母の就業、対象児出生半年後の父の就業、父母の親との同別居、子育ての不安の有無である。

結婚年齢と出生力の関係は、上に凸の負の関係を示し、結婚年齢が30歳を過ぎると、出生力が明確に抑制される。父母の結婚年齢は16~22歳(18~22歳)、23歳以上は3歳間隔でカテゴリを作成し、35歳以上を一括した。リファレンス・カテゴリは父母ともに26-28歳とした。

また、結婚持続期間が長いほど、既往出生児数は増加する。結婚持続期間は第1回時点での結婚持続期間を示し、1年以下、2-3年、4-5年、6-8年、9年以上とし、4-5年をリファレンス・カテゴリとしている。本研究は第1回時に両親がそろっている出生児を対象としているので、第6回調査時点で父母は少なくとも結婚7年目を迎えており、既往出生児数は完結出生児数に近い水準となる。

第1子婚前妊娠は、結婚後7ヶ月以内に第1子を出生した場合のダミー変数である。妊娠判明後に結婚した夫婦は、妊孕力の高さに結びつく特徴(例えば性交頻度の多さ、受胎確率の高さ、避妊実行率の低さなど)を持っている可能性があるため統制する。父母の学歴は価値観や機会費用の違いを通じて出生タイミングに影響を与えられられる。第2回調査で回答されている父母の学歴で統制した。中学校、高校、専修・専

門学校、短大・高専、大学・大学院とカテゴリをまとめた上で、高校をリファレンス・カテゴリとした。

母の就業状況は、対象児を出産した1年前の状況についての設問と出生半年後の育児休業取得に関する設問を用いて変数を作成した。カテゴリは無職・学生、常勤（出産後離職）、常勤（（出産後）育休取得あり）、常勤（（出産後）育休取得なし）、パート・アルバイト、自営業・その他とした。常勤（育休取得なし）については、勤める会社に育休があるかどうかわからないケースも含んでいる。リファレンス・カテゴリは無職・学生とした。

父の就業状況は世帯収入などにも関係し、出生の意志決定に影響する。対象児が出生した半年後の状況を示し、無職・学生、常勤、パート・アルバイト、自営業・その他、不詳とし、常勤をリファレンス・カテゴリとした。

父母の親との同居状況については、父母の親と別居、母の親と同居、父の親と同居とし、父母の親と別居している場合をリファレンス・カテゴリとした。なお、父母の親については片親との同居も含む。

子育ての不安の有無について、対象児が出生半年後の状況について訊いている設問を用いて負担に思う場合を1、そうでない場合は0としたダミー変数を作成した。子育てに関する不安は、追加出生意欲に影響すると考えられる。

表1には、共変量の分布を第1回調査（学歴については第2回調査）に基づいて示した。ただし、6回時点での既往出生児数を説明するポアソン回帰や6回時点での次子出生確率をモデル化したロジスティック回帰モデルでは、6回調査までデータが得られる客体しか分析に含めることができない。そこで、第6回調査をもとにした共変量の分布を表2に示し、脱落によってそのように構造が変わっているかを確認しておく。脱落が大きい属性は、母結婚年齢16-22歳、父結婚年齢18-22歳、第1子婚前妊娠、母中学卒、父中学卒、父パート・アルバイト、母喫煙習慣ありであった。

表1 記述統計(第1回データ)

変数	総数(N=39,589)		母喫煙あり(N=5,959)		母喫煙なし(N=33,630)	
	Mean	Std. Dev.	Mean	Std. Dev.	Mean	Std. Dev.
独立変数						
母結婚年齢						
16-22歳	0.138	0.345	0.288	0.453	0.111	0.315
23-25歳	0.308	0.462	0.325	0.469	0.305	0.460
26-28歳	0.331	0.470	0.233	0.423	0.348	0.476
29-31歳	0.149	0.356	0.097	0.296	0.158	0.365
32-34歳	0.050	0.219	0.038	0.191	0.053	0.223
35歳以上	0.023	0.151	0.018	0.135	0.024	0.154
父結婚年齢						
18-22歳	0.076	0.265	0.188	0.391	0.056	0.230
23-25歳	0.199	0.399	0.259	0.438	0.189	0.391
26-28歳	0.309	0.462	0.256	0.437	0.318	0.466
29-31歳	0.213	0.409	0.151	0.358	0.224	0.417
32-34歳	0.109	0.312	0.072	0.258	0.116	0.320
35歳以上	0.094	0.292	0.074	0.261	0.097	0.296
第1回時結婚持続期間						
1年以下	0.242	0.428	0.323	0.468	0.228	0.419
2-3年	0.271	0.445	0.275	0.446	0.271	0.444
4-5年	0.220	0.415	0.186	0.389	0.226	0.419
6-8年	0.180	0.384	0.144	0.351	0.187	0.390
9年以上	0.086	0.281	0.072	0.258	0.089	0.285
第1子婚前妊娠						
	0.217	0.412	0.386	0.487	0.187	0.390
母の学歴						
中学校	0.034	0.181	0.124	0.329	0.018	0.132
高校	0.387	0.487	0.526	0.499	0.363	0.481
専修・専門学校	0.193	0.395	0.200	0.400	0.192	0.394
短大・高専	0.242	0.428	0.114	0.318	0.265	0.441
大学・大学院	0.144	0.351	0.036	0.187	0.163	0.369
父の学歴						
中学校	0.064	0.245	0.180	0.384	0.044	0.204
高校	0.394	0.489	0.512	0.500	0.374	0.484
専修・専門学校	0.140	0.347	0.146	0.353	0.139	0.346
短大・高専	0.032	0.175	0.018	0.133	0.034	0.181
大学・大学院	0.370	0.483	0.143	0.350	0.410	0.492
母対象児出産1年前の就業状況						
無職・学生	0.453	0.498	0.433	0.496	0.456	0.498
常勤(出産後離職)	0.172	0.378	0.182	0.386	0.171	0.376
常勤(育休取得あり)	0.126	0.332	0.079	0.269	0.134	0.341
常勤(育休取得なし)	0.026	0.159	0.029	0.168	0.025	0.157
パート・アルバイト	0.167	0.373	0.215	0.411	0.159	0.366
自営業・その他	0.055	0.228	0.062	0.241	0.054	0.226
父の就業状況(対象児出生半年後)						
無職・学生	0.014	0.118	0.022	0.148	0.013	0.112
常勤	0.847	0.360	0.792	0.406	0.857	0.350
パート・アルバイト	0.012	0.111	0.020	0.140	0.011	0.104
自営業・その他	0.116	0.321	0.153	0.360	0.110	0.313
不詳	0.010	0.099	0.013	0.113	0.009	0.096
父母の親との同居(対象児出生半年後)						
父母の親と別居	0.793	0.405	0.772	0.419	0.796	0.403
母の親と同居	0.053	0.224	0.066	0.248	0.051	0.219
父の親と同居	0.155	0.361	0.162	0.368	0.153	0.360
子育ての不安の有無(対象児出生半年後)						
子どもを持って負担に思う	0.801	0.399	0.815	0.388	0.799	0.401
父母の喫煙状況						
父喫煙(対象児出生半年後)有無	0.621	0.485	0.930	0.255	0.567	0.496
母喫煙(対象児出生半年後)有無	0.151	0.358				
母喫煙(対象児出生半年後)カテゴリー						
喫煙なし	0.849	0.358				
1日1-5本	0.036	0.185	0.236	0.425		
1日6-10本	0.067	0.250	0.445	0.497		
1日11本以上	0.048	0.214	0.319	0.466		
母喫煙(対象児出生半年後)×対象児出生順位						
第1子	0.078	0.268	0.518	0.500		
第2子	0.054	0.227	0.360	0.480		
第3子以上	0.018	0.134	0.122	0.327		

父母の学歴は第2回データより

表2 記述統計（第6回までの完全データ）

変数	総数(N=32,632)		母喫煙あり(N=4,197)		母喫煙なし(N=28,435)	
	Mean	Std. Dev.	Mean	Std. Dev.	Mean	Std. Dev.
従属変数						
第6回時子ども数(-1)	1.137	0.732	1.100	0.764	1.143	0.727
独立変数						
母結婚年齢						
16-22歳	0.118	0.323	0.250	0.433	0.099	0.299
23-25歳	0.307	0.461	0.336	0.472	0.303	0.459
26-28歳	0.341	0.474	0.246	0.431	0.355	0.478
29-31歳	0.156	0.362	0.104	0.305	0.163	0.369
32-34歳	0.053	0.224	0.042	0.200	0.054	0.227
35歳以上	0.025	0.157	0.022	0.146	0.026	0.159
父結婚年齢						
18-22歳	0.062	0.242	0.160	0.367	0.048	0.214
23-25歳	0.192	0.394	0.257	0.437	0.182	0.386
26-28歳	0.315	0.464	0.271	0.445	0.321	0.467
29-31歳	0.220	0.414	0.159	0.365	0.229	0.420
32-34歳	0.116	0.320	0.076	0.265	0.121	0.327
35歳以上	0.096	0.294	0.077	0.267	0.098	0.298
第1回時結婚持続期間						
1年以下	0.229	0.420	0.304	0.460	0.218	0.413
2-3年	0.272	0.445	0.277	0.448	0.272	0.445
4-5年	0.225	0.418	0.198	0.399	0.229	0.420
6-8年	0.185	0.389	0.147	0.354	0.191	0.393
9年以上	0.088	0.284	0.074	0.261	0.091	0.287
第1子婚前妊娠						
母の学歴	0.195	0.396	0.353	0.478	0.172	0.377
中学校	0.025	0.157	0.104	0.306	0.014	0.116
高校	0.374	0.484	0.520	0.500	0.353	0.478
専修・専門学校	0.194	0.395	0.206	0.404	0.192	0.394
短大・高専	0.253	0.435	0.126	0.332	0.271	0.445
大学・大学院	0.154	0.361	0.043	0.204	0.170	0.376
父の学歴						
中学校	0.054	0.226	0.159	0.365	0.038	0.192
高校	0.383	0.486	0.507	0.500	0.365	0.481
専修・専門学校	0.140	0.347	0.150	0.357	0.138	0.345
短大・高専	0.032	0.177	0.020	0.139	0.034	0.182
大学・大学院	0.391	0.488	0.165	0.371	0.425	0.494
母対象児出産1年前の就業状況						
無職・学生	0.454	0.498	0.432	0.495	0.457	0.498
常勤(出産後離職)	0.172	0.378	0.185	0.388	0.170	0.376
常勤(育休取得あり)	0.129	0.335	0.083	0.276	0.136	0.343
常勤(育休取得なし)	0.026	0.160	0.030	0.169	0.026	0.159
パート・アルバイト	0.162	0.368	0.204	0.403	0.156	0.362
自営業・その他	0.056	0.231	0.066	0.248	0.055	0.228
父の就業状況(対象児出生半年後)						
無職・学生	0.013	0.113	0.020	0.140	0.012	0.108
常勤	0.853	0.354	0.800	0.400	0.861	0.346
パート・アルバイト	0.011	0.105	0.017	0.131	0.010	0.100
自営業・その他	0.114	0.318	0.151	0.358	0.109	0.311
不詳	0.009	0.095	0.012	0.109	0.009	0.093
父母の親との同居(対象児出生半年後)						
父母の親と別居	0.795	0.404	0.777	0.417	0.798	0.402
母の親と同居	0.051	0.221	0.066	0.248	0.049	0.217
父の親と同居	0.154	0.361	0.158	0.365	0.153	0.360
子育ての不安の有無(対象児出生半年後)						
子どもを持って負担に思う	0.803	0.398	0.815	0.388	0.801	0.399
父母の喫煙状況						
父喫煙(対象児出生半年後)有無	0.601	0.490	0.923	0.267	0.553	0.497
母喫煙(対象児出生半年後)有無	0.129	0.335				
母喫煙(対象児出生半年後)カテゴリー						
喫煙なし	0.871	0.335				
1日1-5本	0.032	0.175	0.247	0.432		
1日6-10本	0.058	0.234	0.451	0.498		
1日11本以上	0.039	0.193	0.301	0.459		
母喫煙(対象児出生半年後)×対象児出生順位						
第1子	0.066	0.249	0.515	0.500		
第2子	0.047	0.212	0.368	0.482		
第3子以上	0.015	0.122	0.117	0.322		

父母の学歴は第2回データより

V 父母の喫煙習慣の既往出生児数への影響：ポアソン回帰モデル

既往出生児数を従属変数としてポアソン回帰の推定結果を表3に示した。喫煙習慣以外の共変量について、既往出生児数との関係をまとめると以下のようになる。

母の結婚年齢は結婚年齢が低いほど第6回時の既往出生児数が多くなる結果となった。父の結婚年齢では35歳以上で低いという以外は顕著な差は見られない。第6回時の結婚持続期間も持続期間が長いほど、第1子が婚前妊娠である場合ほど既往出生児数が多くなる。母の学歴については高校に比べて専修・専門学校であると既往出生児数が多くなる他、差がみられなかった。父の学歴では差が見られない。母の出産1年前の就業状況では、無職・学生であった場合に比べて、常勤、パート・アルバイトにおいて既往出生児数は少なくなり、常勤では出産後離職した場合が最も少ない結果となった。父の就業は自営業で高い。父母の親との同居では、父母の親と別居しているときに比べて父の親と同居している場合、既往出生児数は多くなる。子育ての不安の有無では、負の方向で有意となっており、子育てに不安があるほど既往出生児数が少ない。

父母の対象児出生半年後の喫煙習慣については、父の喫煙はいずれのモデルにおいても有意な結果は得られなかった。一方、母の喫煙については、喫煙の有無モデルにおいて-0.060と負の方向で有意な結果となっており、喫煙の量-反応関係においても喫煙なしに比べて1日のたばこ本数が6本以上になると既往出生児数が少なくなることが示された。母の喫煙と対象児の出生順位との交互作用効果モデルでは、対象児が第1子であった場合に比べて第2子、第3子以上ではむしろ正の効果となる。すなわち、喫煙習慣がありながら、調査時点ですでに2子以上生んでいるケースは、選択的な可能性があるとともに、母の喫煙が対象児を産んでから開始されている可能性なども考えられ、第1子直後に喫煙習慣が確認される集団と同様の効果が見られないと解釈できる。第2子を基準にした場合、主効果は有意でなかった。

なお、ポアソン回帰モデルで仮定されている、平均と分散が比例的に変化する仮定を緩めた、負の二項分布モデルおよび一般化ポアソンモデルについても推定したが、平均と分散の関係を示す係数が有意ではなかったため、通常のポアソン回帰モデルの結果を採用した。

表3 既往出生児数についてのポワソン分布回帰モデルの結果

共変量	Model 1 (喫煙ダミー) 第6回までの完全データ		Model 2 (喫煙ダミー/第1子基準) 第6回までの完全データ		Model 3 (喫煙ダミー/第2子基準) 第6回までの完全データ		Model 4 (喫煙カテゴリ) 第6回までの完全データ	
	β	Std. Err.	β	Std. Err.	β	Std. Err.	β	Std. Err.
	母結婚年齢							
16-22歳	0.064 **	0.020	0.056 **	0.020	0.056 **	0.020	0.064 **	0.020
23-25歳	0.048 **	0.013	0.048 **	0.013	0.048 **	0.013	0.048 **	0.013
26-28歳(ref.)								
29-31歳	-0.039 *	0.017	-0.042 *	0.017	-0.042 *	0.017	-0.039 *	0.017
32-34歳	-0.130 **	0.028	-0.134 **	0.028	-0.134 **	0.028	-0.130 **	0.028
35歳以上	-0.465 **	0.048	-0.468 **	0.048	-0.468 **	0.048	-0.465 **	0.048
父結婚年齢								
18-22歳	0.022	0.025	0.011	0.025	0.011	0.025	0.022	0.025
23-25歳	0.017	0.015	0.013	0.015	0.013	0.015	0.016	0.015
26-28歳(ref.)								
29-31歳	-0.012	0.015	-0.013	0.015	-0.013	0.015	-0.012	0.015
32-34歳	-0.021	0.019	-0.022	0.019	-0.022	0.019	-0.021	0.019
35歳以上	-0.070 **	0.023	-0.074 **	0.023	-0.074 **	0.023	-0.070 **	0.023
第1回結婚持続期間								
1年以下	-0.270 **	0.018	-0.220 **	0.019	-0.220 **	0.019	-0.270 **	0.018
2-3年	-0.144 **	0.015	-0.127 **	0.015	-0.127 **	0.015	-0.144 **	0.015
4-5年(ref.)								
6-8年	0.151 **	0.015	0.138 **	0.015	0.138 **	0.015	0.151 **	0.015
9年以上	0.359 **	0.018	0.334 **	0.018	0.334 **	0.018	0.359 **	0.018
第1子婚前妊娠	0.225 **	0.014	0.204 **	0.014	0.204 **	0.014	0.225 **	0.014
母の学歴								
中学校	-0.007	0.034	-0.016	0.034	-0.016	0.034	-0.007	0.034
高校(ref.)								
専修・専門学校	0.051 **	0.015	0.047 **	0.015	0.047 **	0.015	0.051 **	0.015
短大・高専	0.001	0.014	-0.001	0.014	-0.001	0.014	0.001	0.014
大学・大学院	0.005	0.018	0.001	0.018	0.001	0.018	0.005	0.018
父の学歴								
中学校	-0.003	0.024	-0.006	0.024	-0.006	0.024	-0.003	0.024
高校(ref.)								
専修・専門学校	-0.008	0.016	-0.007	0.016	-0.007	0.016	-0.008	0.016
短大・高専	-0.008	0.030	-0.008	0.030	-0.008	0.030	-0.008	0.030
大学・大学院	-0.018	0.014	-0.015	0.014	-0.015	0.014	-0.018	0.014
母対象児出産1年前の就業状況								
無職・学生(ref.)								
常勤(出産後離職)	-0.170 **	0.017	-0.162 **	0.017	-0.162 **	0.017	-0.170 **	0.017
常勤(育休取得あり)	-0.106 **	0.017	-0.103 **	0.017	-0.103 **	0.017	-0.106 **	0.017
常勤(育休取得なし)	-0.090 **	0.033	-0.086 *	0.033	-0.086 *	0.033	-0.090 **	0.033
パート・アルバイト	-0.198 **	0.016	-0.189 **	0.016	-0.189 **	0.016	-0.198 **	0.016
自営業・その他	-0.036	0.023	-0.035	0.023	-0.035	0.023	-0.036	0.023
父の就業状況(対象児出生半年後)								
無職・学生	-0.093 +	0.049	-0.093 +	0.049	-0.093 +	0.049	-0.093 +	0.049
常勤(ref.)								
パート・アルバイト	-0.019	0.051	-0.003	0.051	-0.003	0.051	-0.019	0.051
自営業・その他	0.066 **	0.017	0.061 **	0.017	0.061 **	0.017	0.066 **	0.017
不詳	0.011	0.053	0.016	0.053	0.016	0.053	0.011	0.053
父母の親との同居(対象児出生半年後)								
父母の親と同居(ref.)								
母の親と同居	0.004	0.024	0.008	0.024	0.008	0.024	0.003	0.024
父の親と同居	0.103 **	0.014	0.102 **	0.014	0.102 **	0.014	0.103 **	0.014
子育ての不安の有無(対象児出生半年後)								
子どもを持って負担に思う	-0.038 **	0.013	-0.039 **	0.013	-0.039 **	0.013	-0.038 **	0.013
父母の喫煙状況								
父喫煙(対象児出生半年後)有無	-0.012	0.011	-0.011	0.011	-0.011	0.011	-0.012	0.011
母喫煙(対象児出生半年後)有無	-0.060 **	0.017	-0.313 **	0.027	-0.030	0.025		
母喫煙(対象児出生半年後)カテゴリ								
喫煙なし(ref.)								
1日1-5本							-0.048	0.031
1日6-10本							-0.070 **	0.023
1日11本以上							-0.054 +	0.028
母喫煙(対象児出生半年後)×対象児出生順位								
第1子					-0.283 **	0.035		
第2子			0.283 **	0.035				
第3子以上			0.696 **	0.041	0.412 **	0.038		
定数項	0.200 **	0.022	0.200 **	0.022	0.200 **	0.022	0.201 **	0.022
Number of obs	32,632		32,632		32,632		32,632	
LR chi2	2674.02 **		2952.27 **		2952.27 **		2674.45 **	
Pseudo R2	0.0337		0.0372		0.0372		0.0337	
Log likelihood	-38335.35		-38196.224		-38196.224		-38335.136	
df.	38		40		40		40	
AIC	76746.7		76472.45		76472.45		76750.27	
BIC	77065.64		76808.17		76808.17		77085.99	

Significance level. 0.1 + 0.05 * 0.01 ** (ref.)はリファレンス・カテゴリ

VI 父母の喫煙習慣の次子出生確率への影響：ロジスティック回帰モデル

続いて、第6回調査までの次子出生確率に関するロジスティック回帰モデルの推定結果を出生順位別に表3に示す。

まず、喫煙習慣以外の共変量について見てみよう。第2子については、出生確率を引き下げる方向に寄与している条件として、母結婚年齢が高年齢、父結婚年齢が高年齢、婚前妊娠結婚、母高卒に対して中学校卒、父常勤に対して無職・学生、子育ての不安感あり、であった。一方正の関係を示したのは、母高卒に対し短大・高専、母無職に対し、出産後離職した出産前常勤、育休利用した出産前常勤であった。第3子についても概ね同様の結果であるが、母結婚年齢が若い、母高卒に対し専修・専門学校でプラス、父自営業でプラス、父の親との同居でプラスの結果が得られている。

さて、喫煙習慣と次子出生確率との関係であるが、第2子については父喫煙のオッズ比が0.882で5%水準でマイナスに有意、母喫煙は0.693とさらに引き下げ幅が大きく1%水準でマイナスに有意であることがわかった。第3子については、父喫煙効果は統計的に有意ではなく、母喫煙は0.818と引き下げ幅はあまり大きくないが5%水準で有意なマイナス効果があることがわかった。母喫煙は第2子、第3子ともに出生確率に対しある程度のマイナスの影響があることが確かめられた。

表4 次子出生確率についてのロジスティック回帰モデルの結果

共変量	第2子		第3子	
	第6回までの完全データ オッズ比	Std. Err.	第6回までの完全データ オッズ比	Std. Err.
母結婚年齢				
16-22歳	0.939	0.068	1.387 **	0.126
23-25歳	1.035	0.047	1.173 **	0.071
26-28歳(ref.)				
29-31歳	0.804 **	0.040	0.913	0.072
32-34歳	0.663 **	0.048	0.643 **	0.093
35歳以上	0.295 **	0.029	0.226 **	0.073
父結婚年齢				
18-22歳	0.979	0.087	0.922	0.107
23-25歳	1.042	0.056	0.937	0.065
26-28歳(ref.)				
29-31歳	0.872 **	0.042	0.949	0.064
32-34歳	0.853 **	0.051	0.820 *	0.073
35歳以上	0.628 **	0.040	0.747 **	0.082
第1回時結婚持続期間				
1年以下	2.522 **	0.150	2.455 *	0.958
2-3年	1.895 **	0.105	1.628 **	0.097
4-5年(ref.)				
6-8年	0.635 **	0.053	0.535 **	0.035
9年以上	0.201 **	0.033	0.258 **	0.034
第1子婚前妊娠				
	0.753 **	0.040	0.949	0.063
母の学歴				
中学校	0.710 **	0.077	1.104	0.177
高校(ref.)				
専修・専門学校	1.058	0.050	1.222 **	0.082
短大・高専	1.275 **	0.058	1.007	0.067
大学・大学院	1.151 *	0.064	1.238 **	0.101
父の学歴				
中学校	0.866 +	0.067	0.922	0.104
高校(ref.)				
専修・専門学校	1.007	0.052	1.055	0.080
短大・高専	1.051	0.105	1.222	0.159
大学・大学院	1.060	0.046	1.062	0.067
母対象児出産1年前の就業状況				
無職・学生(ref.)				
常勤(出産後離職)	1.241 **	0.057	1.324 *	0.161
常勤(育休取得あり)	1.208 **	0.066	1.223 *	0.095
常勤(育休取得なし)	1.134	0.123	1.103	0.169
パート・アルバイト	1.124 **	0.055	1.071	0.095
自営業・その他	0.948	0.088	1.168	0.128
父の就業状況(対象児出生半年後)				
無職・学生	0.618 **	0.086	1.019	0.226
常勤(ref.)				
パート・アルバイト	0.919	0.130	1.057	0.285
自営業・その他	0.997	0.059	1.431 **	0.111
不詳	1.285	0.244	1.000	0.254
父母の親との同居(対象児出生半年後)				
父母の親と別居(ref.)				
母の親と同居	0.995	0.079	0.959	0.105
父の親と同居	1.116 *	0.057	1.162 *	0.075
子育ての不安の有無(対象児出生半年後)				
子どもを持って負担に思う	0.907 *	0.038	0.762 **	0.045
父母の喫煙状況				
父喫煙(対象児出生半年後)	0.882 **	0.032	0.923	0.048
母喫煙(対象児出生半年後)	0.693 **	0.036	0.818 *	0.064
Number of obs	16,467		11,831	
LR chi2	1307.48 **		572.27 **	
Pseudo R2	0.0594		0.0492	
Log likelihood	-10357.58		-5528.3694	
df.	38		38	
AIC	20791.16		11132.74	
BIC	21084.11		11413.12	

Significance level. 0.1 + 0.05 * 0.01 ** (ref.)はリファレンス・カテゴリ

Ⅶ 父母の喫煙習慣の次子出生タイミングへの影響：コックス回帰モデル

以上のポアソン回帰モデル、ロジスティック回帰モデルは、第6回調査時点の結果が分かる対象者についてのみ、第1回時の父母の喫煙習慣の影響を見た。しかし、こうした分析の欠点として、脱落した対象者の情報が含まれないということが挙げられる。そこで脱落のような打ち切りデータも含めた形で、事象が起きるまでの時間を説明できるモデルとしてコックス回帰モデルを推定する。

出生タイミングに違いをもたらす様々な共変量を統制したコックス回帰モデルの推定の前に、母の喫煙の有無のみによって出生タイミングがどの程度異なるのかを、 Kaplan・マイヤー法によって確認しておくことが重要である。図5、図6は Kaplan・マイヤー法による次子出生についての生存関数（各経過時点で事象が起きていない割合）である。図5は脱落ケースを含まない場合、図6は脱落ケースも含んだ場合である。母の喫煙習慣の有無あるいは喫煙本数によって生存関数に差がないという帰無仮説をカイ二乗検定で検証するログランク検定によると、脱落ケースを含まない場合、第2子出生については1%未満の水準で統計的に有意な違いがあり、第3子出生については有意な差がないという結果が得られた。ただし、脱落ケースを含んだ推定では、第3子についても5%未満の水準で統計的には差がある、すなわち母に喫煙習慣があった場合、喫煙本数が多い場合は有意に次子出生タイミングが遅いという結果が得られた。

図7は脱落ケースを含んだ場合の父の喫煙の有無別生存関数である。第2子は有意な差があるが、第3子については有意差が見られない。

さらに、コックス回帰モデルでは、共変量の効果、すなわちハザード比が経過時間に関わらず一定である比例ハザード性を仮定している。母親の喫煙習慣の効果についても比例ハザード性が仮定できるかを調べるために、対数ハザードを図示し、母親の喫煙習慣の有無による差が経過時間に関わらず一定（両水準が平行）かどうかを確認しておくことも重要である。図8に3ヶ月を単位として算出した対数ハザードを示したが、第2子、第3子ともに二種の対数ハザードは概ね平行であることがわかる。対数ハザードがはっきりと交差していたり、差の幅が時間によって大きく変動している場合には、経過時間との交互作用項を含めることでハザード比が時間によって変わることを許容するモデルを利用することが望ましい。こうした点については別稿に譲るとし、今回はハザード比が一定とみなしてコックス回帰モデルの結果のみを示す。

図5 カプラン・マイヤー法による次子出生の生存関数（事象が起きていない割合）：
母の喫煙習慣の有無とたばこ本数（脱落ケース含まない）

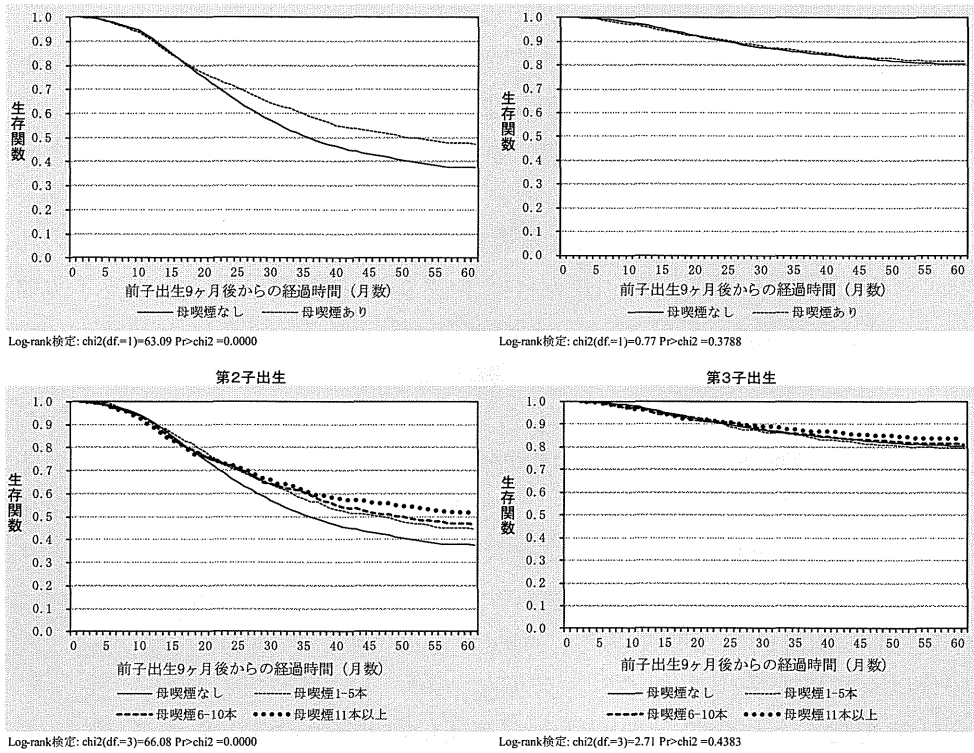


図6 カプラン・マイヤー法による次子出生の生存関数（事象が起きていない割合）：
母の喫煙習慣の有無とたばこ本数（脱落ケース含む）

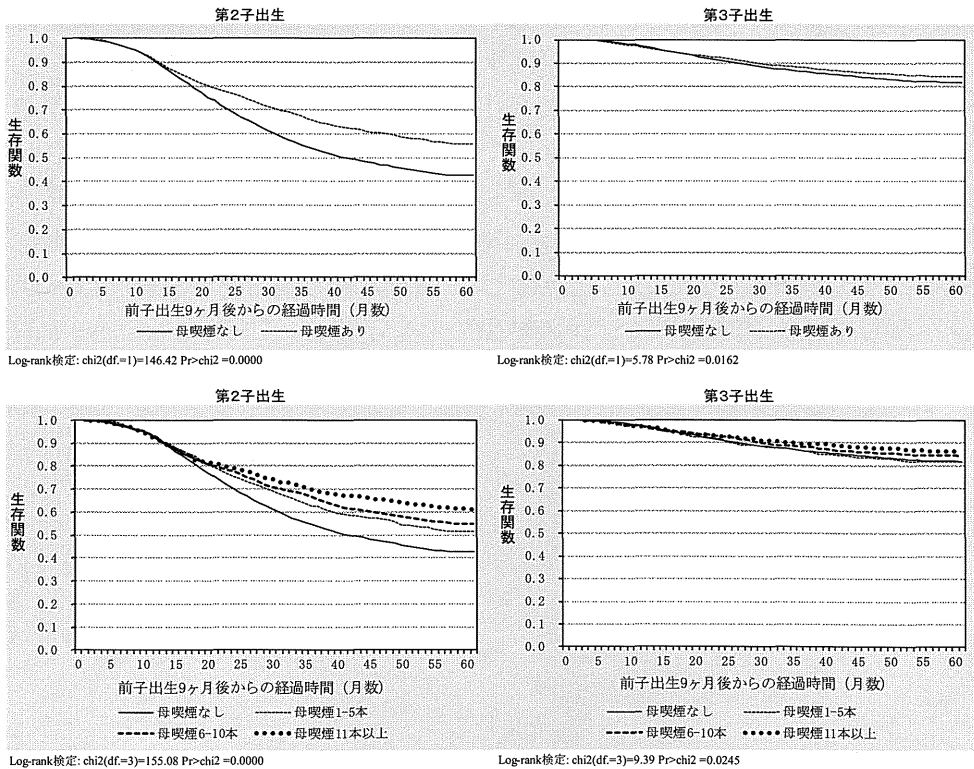


図7 カプラン・マイヤー法による次子出生の生存関数（事象が起きていない割合）：
父の喫煙習慣の有無（脱落ケース含む）

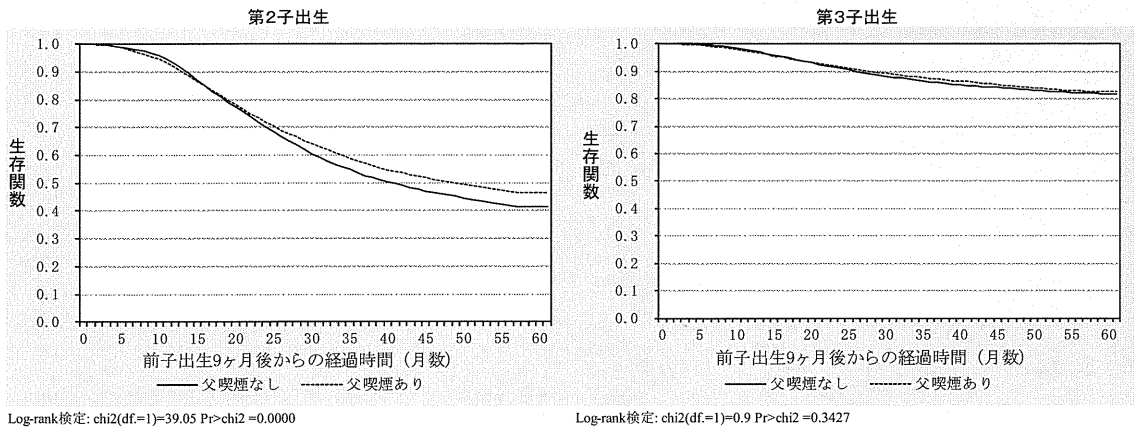


図8 次子出生の対数ハザード：
母の喫煙習慣の有無（脱落ケース含む）

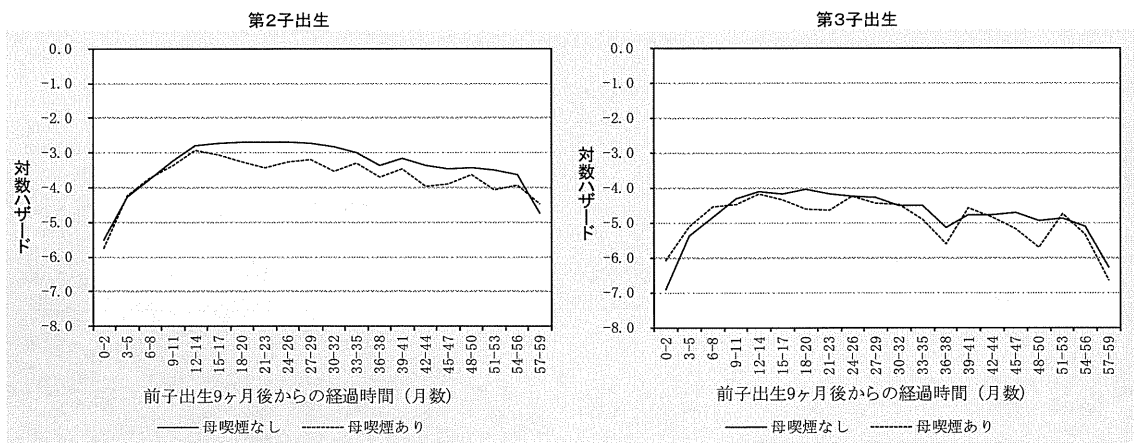


表5には、第2子、第3子の出生タイミングについて、脱落の影響をみるために、第6回調査までの完全データのみで推定した場合と、第6回までに事象を経験した脱落者および未経験のまま脱落した場合は打ち切りデータとして含めた推定結果を示した。脱落を含めない結果をみると、ロジスティック回帰モデルの結果と極めて近いことが分かる。

第2子については脱落ケースを含む場合、母親の喫煙習慣の効果は1%未満の水準で有意であり、喫煙習慣のない場合のハザードに比べ74.9%の水準であることがわかる。また第3子については5%水準で差が有意であり、喫煙習慣のない場合に比べ81.8%の水準であった。

第3子における父喫煙のマイナスの効果は、脱落を含まない場合は有意ではないが、脱落ケースを含むと5%の水準で有意であるとの結果が得られた。

表5 次子出生タイミングについてのコックス回帰モデルの結果

共変量	第2子				第3子			
	第6回までの完全データ		脱落含む		第6回までの完全データ		脱落含む	
	ハザード比	Std. Err.	ハザード比	Std. Err.	ハザード比	Std. Err.	ハザード比	Std. Err.
母結婚年齢								
16-22歳	0.976	0.042	0.906 *	0.038	1.310 **	0.103	1.245 **	0.095
23-25歳	1.027	0.027	1.011	0.026	1.136 *	0.061	1.109 *	0.058
26-28歳(ref.)								
29-31歳	0.877 **	0.027	0.893 **	0.027	0.936	0.065	0.922	0.063
32-34歳	0.794 **	0.037	0.815 **	0.037	0.675 **	0.089	0.680 **	0.087
35歳以上	0.437 **	0.033	0.474 **	0.035	0.254 **	0.078	0.259 **	0.080
父結婚年齢								
18-22歳	0.996	0.053	0.921	0.047	0.932	0.093	0.910	0.087
23-25歳	1.035	0.032	0.999	0.030	0.945	0.057	0.953	0.056
26-28歳(ref.)								
29-31歳	0.913 **	0.026	0.911 **	0.025	0.959	0.057	0.938	0.054
32-34歳	0.924 *	0.033	0.927 *	0.033	0.845 *	0.067	0.839 *	0.065
35歳以上	0.785 **	0.032	0.781 **	0.031	0.783 *	0.077	0.758 **	0.073
第1回結婚持続期間								
1年以下	1.823 **	0.070	1.731 **	0.066	2.076 *	0.639	2.065 *	0.609
2-3年	1.523 **	0.056	1.486 **	0.054	1.505 **	0.076	1.480 **	0.073
4-5年(ref.)								
6-8年	0.722 **	0.045	0.733 **	0.045	0.570 **	0.034	0.571 **	0.033
9年以上	0.277 **	0.041	0.282 **	0.041	0.287 **	0.037	0.289 **	0.036
第1子婚前妊娠	0.883 **	0.027	0.843 **	0.025	0.975	0.056	0.956	0.053
母の学歴								
中学校	0.801 **	0.061	0.692 **	0.050	1.122	0.156	0.962	0.128
高校(ref.)								
専修・専門学校	1.019	0.030	1.048 +	0.030	1.170 **	0.069	1.178 **	0.067
短大・高専	1.125 **	0.031	1.151 **	0.031	0.999	0.058	1.005	0.058
大学・大学院	1.080 *	0.036	1.137 **	0.037	1.192 *	0.085	1.199 *	0.084
父の学歴								
中学校	0.930	0.046	0.913 +	0.044	0.934	0.092	0.878	0.084
高校(ref.)								
専修・専門学校	1.007	0.031	1.040	0.031	1.048	0.070	1.030	0.066
短大・高専	1.008	0.059	1.027	0.058	1.191	0.133	1.173	0.129
大学・大学院	1.017	0.026	1.039	0.026	1.061	0.059	1.080	0.059
母対象児出産1年前の就業状況								
無職・学生(ref.)								
常勤(出産後離職)	1.126 **	0.031	1.148 **	0.031	1.277 *	0.132	1.219 *	0.123
常勤(育休取得あり)	1.065 +	0.035	1.094 **	0.035	1.184 *	0.080	1.250 **	0.081
常勤(育休取得なし)	1.074	0.071	1.113 +	0.071	1.109	0.149	1.133	0.149
パート・アルバイト	1.058 +	0.032	1.082 **	0.032	1.068	0.084	1.056	0.080
自営業・その他	0.988	0.060	1.010	0.060	1.155	0.109	1.201 *	0.109
父の就業状況(対象児出生半年後)								
無職・学生	0.696 **	0.067	0.695 **	0.064	1.002	0.195	0.921	0.179
常勤(ref.)								
パート・アルバイト	0.938	0.083	0.944	0.080	1.025	0.244	0.989	0.229
自営業・その他	0.994	0.036	0.994	0.035	1.381 **	0.092	1.328 **	0.085
不詳	1.136	0.123	1.040	0.109	0.983	0.222	0.915	0.201
父母の親との同居(対象児出生半年後)								
父母の親と別居(ref.)								
母の親と同居	1.009	0.049	0.967	0.046	0.961	0.093	0.916	0.088
父の親と同居	1.110 **	0.033	1.123 **	0.033	1.135 *	0.063	1.146 *	0.062
子育ての不安の有無(対象児出生半年後)								
子どもを持って負担に思う	0.938 *	0.023	0.957 +	0.023	0.784 **	0.039	0.787 **	0.039
父母の喫煙状況								
父喫煙(対象児出生半年後)	0.938 **	0.020	0.923 **	0.020	0.928	0.042	0.909 *	0.040
母喫煙(対象児出生半年後)	0.778 **	0.026	0.749 **	0.024	0.850 *	0.058	0.818 **	0.054
Number of obs	16,467		20,077		11,831		14,241	
LR chi2	1266.24 **		1308.11 **		563.5 **		569.79 **	
Log likelihood	-93016.202		-100023.73		-20971.561		-22540.664	
df.	37		37		37		37	
AIC	186106.4		200121.5		42017.1		45155.3	
BIC	186391.6		200414.0		42290.1		45435.2	

Significance level. 0.1 +0.05 * 0.01 ** (ref.)はリファレンス・カテゴリ

Ⅷ まとめ

本研究は、一般に受胎待ち時間の長期化や胎児死亡の確率を上げるとされる再生産年齢の女性およびその配偶者の喫煙習慣が、実際に夫婦の出生力に負の効果をもたらしているかどうかを明らかにすることが目的であった。「21世紀出生児縦断調査(平成13

年出生児)」の6回分のデータを用い、出生力について複数の指標を用い、指標に合わせたモデルによって効果を検証した。

父母の喫煙習慣の出生力に対する効果を、ポアソン回帰モデル、ロジスティック回帰モデル、コックス回帰モデルによって検証したが、その結果の要約を表6に示した。総じて、第2子をもった夫妻の第3子の出生確率への影響は、第1子をもった夫妻の第2子の出生確率への影響よりも弱いことが伺える。これは、喫煙習慣がありながら子どもを持つ人には何らかの特別な要素、例えば、喫煙の影響を受けない身体的特性や、妊娠中は喫煙をやめるといった行動特性があり、高順位になるほどリスク人口が選択的になっていることを示唆するものである。

表6 父母の喫煙習慣の出生力に対する効果の要約

分析対象	標本サイズ	モデル	従属変数	処置	処置の効果	標準誤差
第2子(以上)出生について 第1回で子を生んだ夫婦 第6回までの完全データ	32,632	ポアソン回帰	第6回時既往出生児数(-1) 母喫煙効果は出生順位統制済み。 ベースは対象児第1子。	(対象児出生半年後)	出生児数の差	
				父喫煙	-0.011	0.0113
				母喫煙	-0.313 **	0.0271
第1回で第1子を生んだ夫婦 第6回までの完全データ	16,467	ロジスティック回帰	第6回時第2子出生の有無	(対象児出生半年後)	確率のオッズ比	
				父喫煙	0.882 **	0.0323
				母喫煙	0.693 **	0.0359
第1回で第1子を生んだ夫婦 第6回までの完全データ	16,467	コックス回帰	第6回までの第2子出生タイミング	(対象児出生半年後)	ハザード比	
				父喫煙	0.938 **	0.0203
				母喫煙	0.778 **	0.0262
第1回で第1子を生んだ夫婦 第6回までの脱落含むデータ	20,077	コックス回帰	第6回までの第2子出生タイミング	(対象児出生半年後)	ハザード比	
				父喫煙	0.923 **	0.0195
				母喫煙	0.749 **	0.0242
第3子(以上)出生について 第1回で子を生んだ夫婦 第6回までの完全データ	32,632	ポアソン回帰	第6回時既往出生児数(-1) 母喫煙効果は出生順位統制済み。 ベースは対象児第2子。	(対象児出生半年後)	出生児数の差	
				父喫煙	-0.011	0.0113
				母喫煙	-0.030	0.0246
第1回で第2子を生んだ夫婦 第6回までの完全データ	11,831	ロジスティック回帰	第6回時第3子出生の有無	(対象児出生半年後)	確率のオッズ比	
				父喫煙	0.923	0.0480
				母喫煙	0.818 *	0.0636
第1回で第2子を生んだ夫婦 第6回までの完全データ	11,831	コックス回帰	第6回までの第3子出生タイミング	(対象児出生半年後)	ハザード比	
				父喫煙	0.928	0.0422
				母喫煙	0.850 *	0.0581
第1回で第2子を生んだ夫婦 第6回までの脱落含むデータ	14,241	コックス回帰	第6回までの第3子出生タイミング	(対象児出生半年後)	ハザード比	
				父喫煙	0.909 *	0.0405
				母喫煙	0.818 **	0.0535

Significance level: 0.1 + 0.05 * 0.01 ** (ref.)はリファレンス・カテゴリ

また、母親と父親の比較では、第2子では母親喫煙の効果はいずれのモデルでも1%の水準で有意なマイナスの効果を示した。第3子についてもロジスティック回帰モデルおよびコックス回帰モデルによる追加出生力において5%水準でマイナスの効果を示した。父の喫煙効果は第2子についてはロジスティック回帰モデルおよびコックス回帰モデルで有意な効果を示したが第3子については、脱落を含んだコックス回帰以外では有意な効果を示していない。総じて、母親の喫煙効果に比べ、父親の喫煙効果は弱いと言え、先行研究と同様であった。なお、父親の喫煙効果については、例えば、父親と母親が接触する時間が影響する可能性を考え、父親の労働時間や自営業との交互作用などを検証したが、いずれも有意な結果は得られなかった。なお、今回のモデルでは出生力を一括してとらえているが、本来出生力には、出生意欲(とそれに起因する避妊や人工妊娠中絶などの行動)と意図に依存しない抑制メカニズム(妊孕力や流死産発生)が関わっている。今回の喫煙効果は、喫煙が待ち時間を長くしたり、流死産リスクを上げると

いう効果のみならず、喫煙すると意欲が下がる、あるいは、意欲が低いから喫煙するといった内生性や逆因果の効果をも含んだ結果になっており、喫煙の効果に何が含まれるのかを整理することが必要である。また、喫煙の調査した時期は、前子出生後半年後の1度きりであり、実際には妊娠を希望する時期になって禁煙する人も多いと予測できる。したがって、喫煙を継続した場合の効果よりも効果が過小に出ている可能性もある。喫煙と出生意欲に関する詳細な分析が必要である。

本研究では、人口学的属性や社会的属性など、出生確率に関連する共変量を統制した上で父母の喫煙習慣の効果を検証したが、喫煙習慣のある父母は極めて属性が偏っていることも事実である。本来喫煙習慣以外の属性や条件は同じにした上で喫煙習慣の効果を検証することが理想的であり、こうした検証に近づけるための工夫として傾向スコアを用いた調整法などが有効であると考えられる。また、今回共変量に含めた変数は全て第1回あるいは第2回時点の状況であり、時間によって変化する変数は含まれていない。しかし、時間経過に従って、例えば父親が別居するといった状況変化が考えられ、こうした状況を統制することも重要であろう。次のステップとして、時間変化変数を含めることができる離散時間データを用いたモデルの推定を試み、喫煙習慣効果に関するより厳密な検証に取り組みたい。

文献

- Augood, C., K. Duckitt, and A. Templeton. 1998. "Smoking and female infertility: a systematic review and meta-analysis." *Human Reproduction* 13(6): 1532-1539.
- Chatenoud, L., F. Parazzini, E. Di Cintio, G. Zanconato, G. Benzi, R. Bortolus, and C. La Vecchia. 1998. "Paternal and maternal smoking habits before conception and during the first trimester: relation to spontaneous abortion." *Annals of Epidemiology* 8(8):520-526.
- Cnattingius, S. 2004. "The epidemiology of smoking during pregnancy: smoking prevalence, maternal characteristics, and pregnancy outcomes." *Nicotine & Tobacco Research* 6 (Suppl 2):S125-S140.
- Dechanet, C., T. Anahory, J.M. Daude, X. Quantin, L. Reyftmann, S. Hamamah, B. Hedon, and H. Dechaud. 2011. "Effects of cigarette smoking on reproduction." *Human Reproduction Update* 17(1):76-95.
- Hassan, M.A.M. and S.R. Killick. 2004. "Negative lifestyle is associated with a significant reduction in fecundity." *Fertility and Sterility* 81(2):384-392.
- Hull, M., K. North, H. Taylor, A. Farrow, W. Ford. And The Avon Longitudinal Study of Pregnancy and Childhood Study team. 2000. "Delayed conception and active and passive smoking." *Fertility and Sterility* 74(4):725-733.
- Kline, J., B. Levin, A. Kinney, Z. Stein, M. Susser, and D. Warburton. 1995. "Cigarette smoking and spontaneous abortion of known karyotype: precise data but uncertain inferences." *American Journal of Epidemiology* 141(5):417-427.
- Long, J. S. and J. Freese. 2006. "Regression Models for Categorical Dependent Variables Using Stata 2nd Edition", Stata Press.

- Venners, S.A., X. Wang, C. Chen, L. Wang, D. Chen, W. Guang, A. Huang, L. Ryan, J. O'Connor, and B. Lasley. 2004. "Paternal smoking and pregnancy loss: a prospective study using a biomarker of pregnancy." *American Journal of Epidemiology* 159(10): 993-1001.
- エコチルワーキンググループ・環境省. 2010. 『子どもの健康と環境に関する全国調査（エコチル調査）仮説集』
- 岩澤美帆. 2012. 「不妊と流死産」『平成22年 わが国夫婦の結婚過程と出生力：第14回出生動向基本調査』厚生労働統計協会: 38-41.