

一橋大学 経済研究所定例研究会
2022年2月2日

移動、接触、旅行の新型コロナ感染リスク
～ワクチン接種の効果

独立行政法人 経済産業研究所
中田大悟



人流、接触抑制と感染リスク

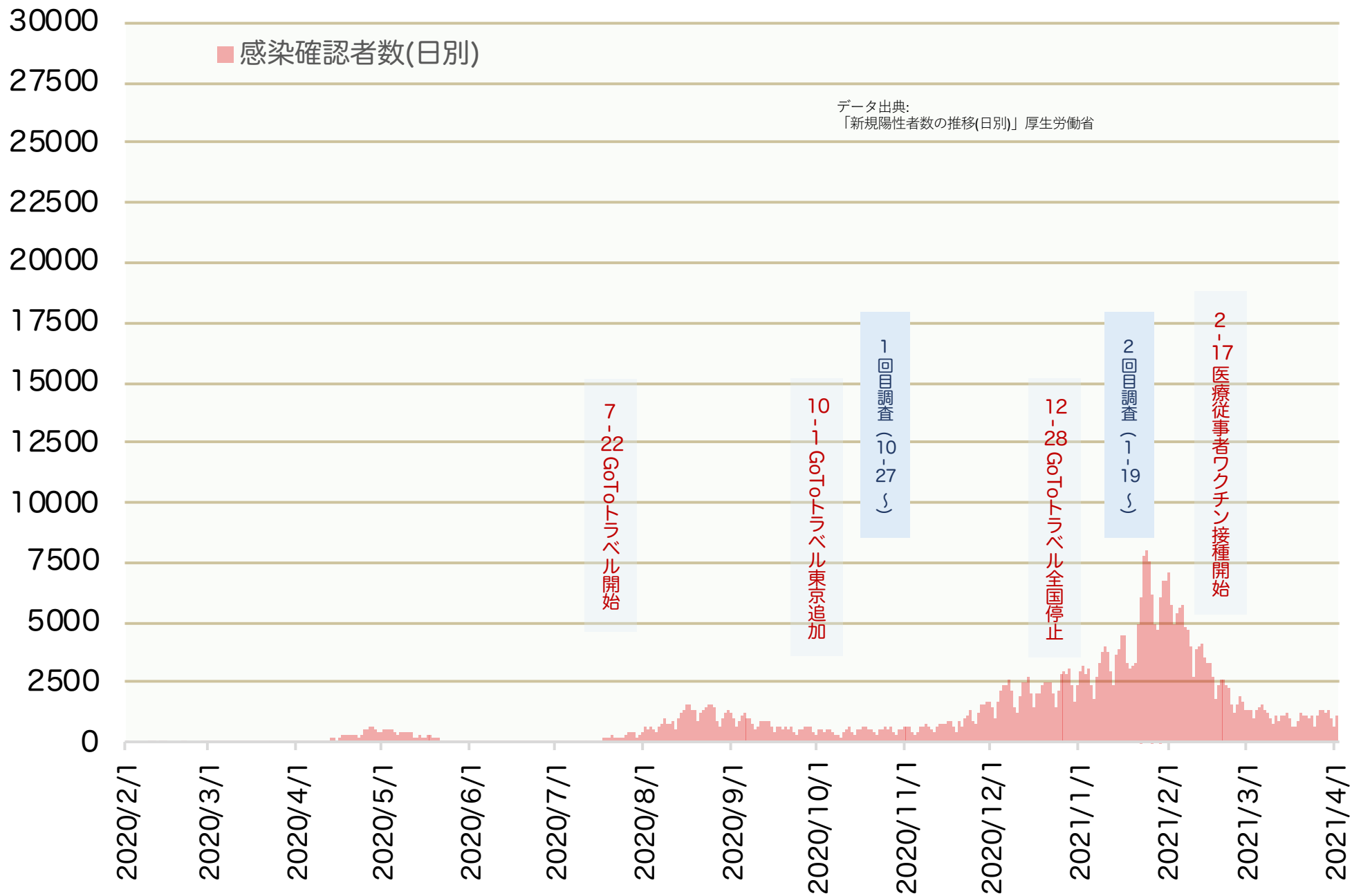
- 早い段階から始まった人流、接触抑制(いわゆる接触8割減)[Nishiura et al., 2020]
- 感染対策としての人流抑制と経済収縮
- 移動は新型コロナ感染のリスクであったか
 - 「ヒトが動くことは感染制御としては逆行」
 - 「移動だけでは感染しない」
- 移動と感染リスクの定量的評価が必須

報告の内容

- 「旅行」「(私的)対人接触」「外出」が新型コロナウイルス感染にあたえる影響を分析
 - 傾向スコア逆確率重み付き法(IPW)のATE推定
 - PSにはモデルの誤設定に比較的頑健とされる共変量バランスング傾向スコア(CBPS, Imai and Ratkovic 2014)を使用
- ワクチン接種と移動、接触の感染リスク
- コロナ禍における政策(緊急事態宣言、GoTo)の評価とポストコロナ時代の対策のあり方のエビデンスを得る

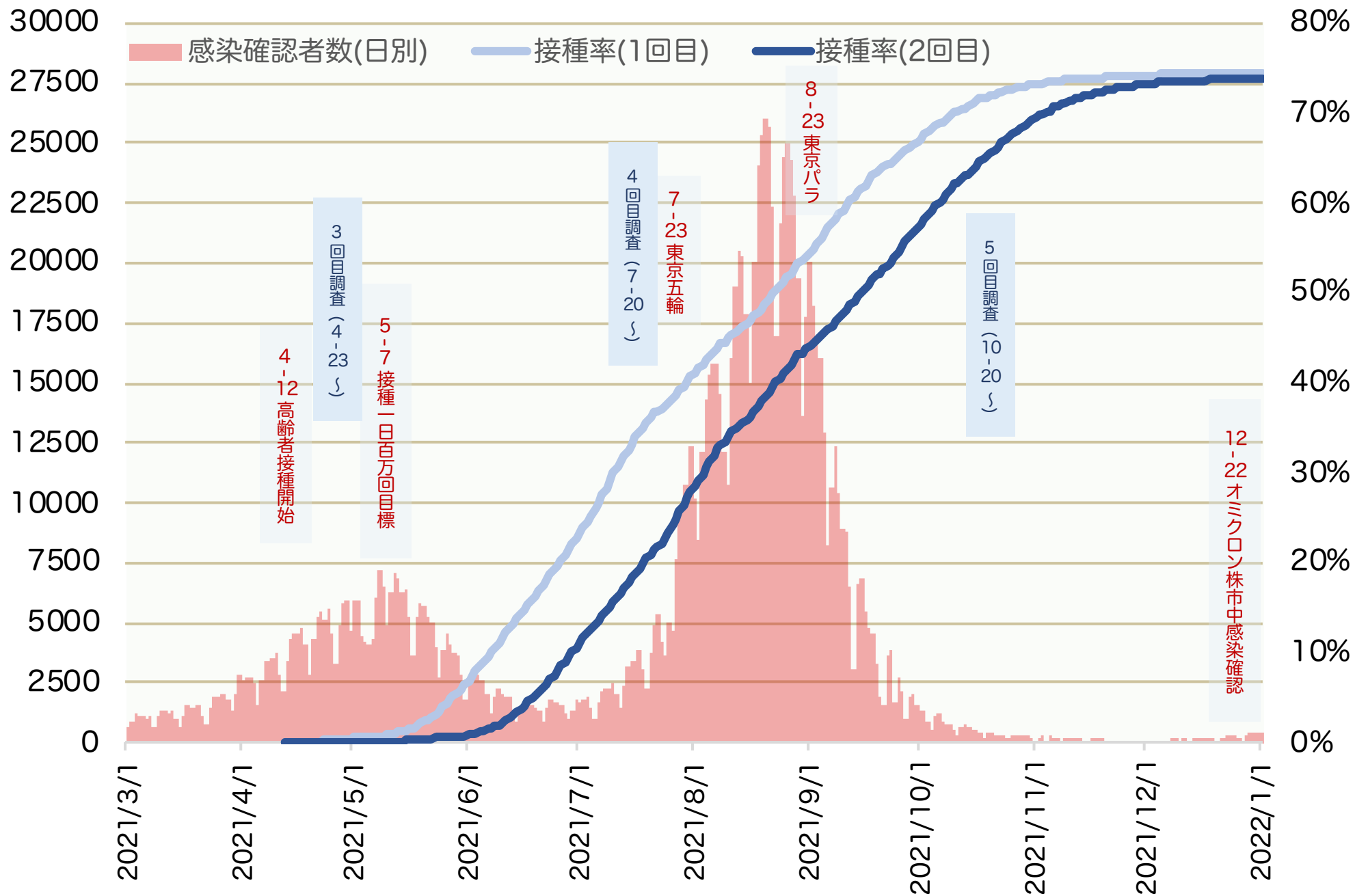
データについて

- RIETIが実施したインターネットアンケート調査
2020年度「新型コロナウイルス流行下における心身の健康状態に関する継続調査」の全5回調査(特定医療法人社団慈藻会平松記念病院の倫理審査委員会承認)
- 一回目: 2020年10月27日～11月6日、二回目: 2021年1月19日～1月26日、
三回目: 2021年4月23日～5月6日、四回目: 2021年7月20日～7月27日、
五回目: 2021年10月20～10月27日
- 調査対象者: NTTコムオンライン・マーケティング・ソリューション株式会社のリサーチモニターおよび提携モニター、全国18～74歳の男女、都道府県別×性別×年代別の人口構成比が、総務省統計局人口推計（令和2年5月確定値）と合致するように抽出
- 有効回答者数:
1回目 16,642名、2回目 13,495名、3回目 13,279名、4回目 12,067名、5回目 11,465名
- このうち回答内容に矛盾のあるもの(身長、体重、感染履歴等)を除き、さらに全ての調査回に回答した10,081名を最終的なサンプルとして分析



緊急事態宣言
(1回目)
2020/4/7~
2020/5/25

緊急事態宣言
(2回目)
2021/1/7~
2021/3/21

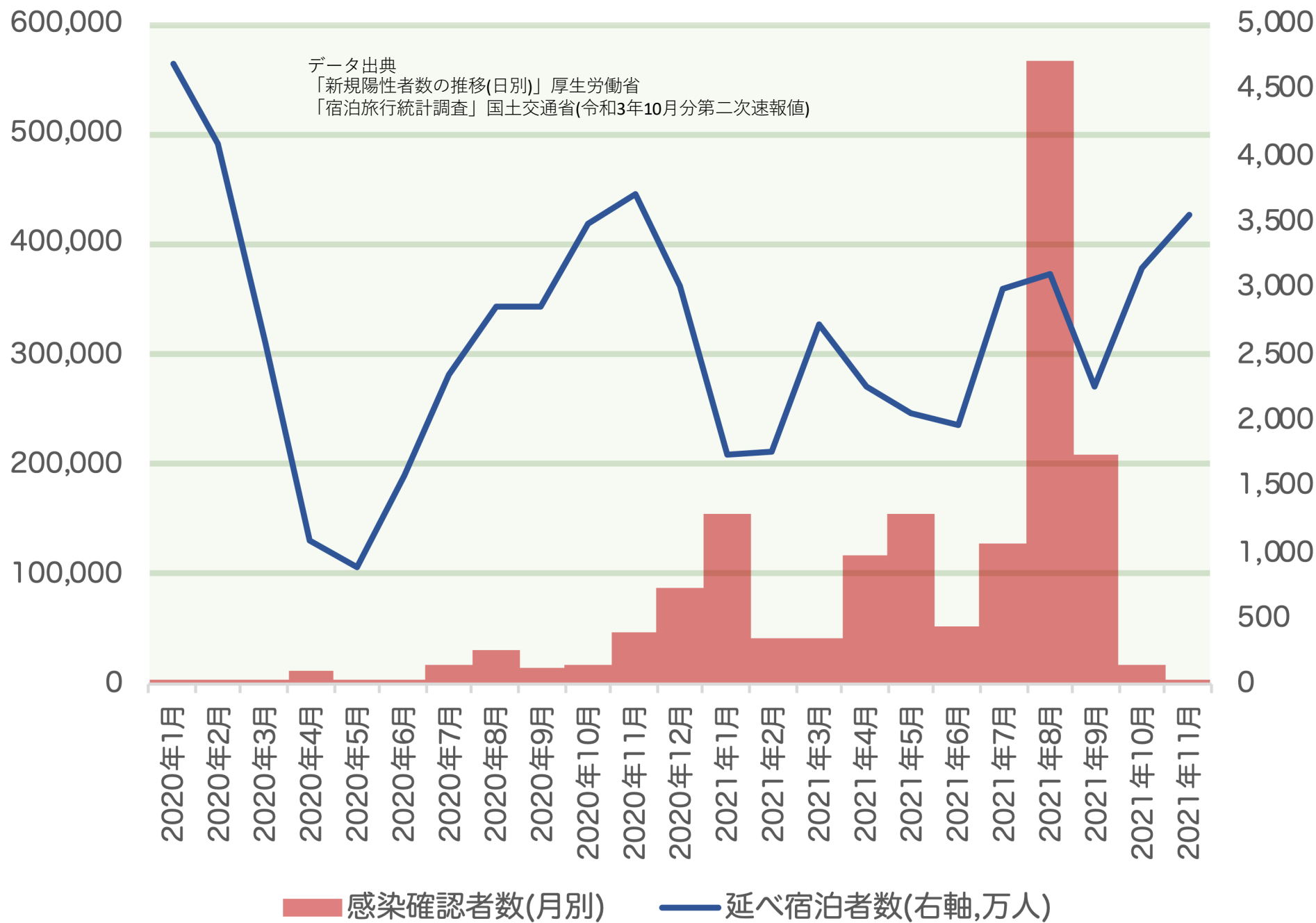


緊急事態宣言
 (2回目)
 2021/1/7~
 2021/3/21

緊急事態宣言
 (3回目)
 2021/4/25~
 2020/6/20

緊急事態宣言
 (4回目)
 2021/7/12~
 2021/9/30

データ出典:
 「新規陽性者数の推移(日別)」厚生労働省
 「新型コロナワクチンの接種状況(一般接種(高齢者含む))」政府CIOポータル
 注: ワクチン接種には医療従事者接種分を含めない



アウトカム指標(新型コロナ感染)

Q 新型コロナウイルスにかかったとあなたが医療機関で診断されたのはいつですか

1. 昨年10月、あるいはそれ以前 (1回目調査以前) →60名(サンプル中の0.6%)
2. 昨年11月から今年1月の間 (1回目調査と2回目調査の間) → 51名(同0.5%)
3. 今年の2月から4月の間 (2回目調査と3回目調査の間) → 27名(同0.26%)
4. 今年の5月から7月の間(3回目調査と4回目調査の間)→ 18名(同0.17%)
5. 今年の8月から調査時点(10月)まで(4回目調査以降)→29名(同0.29%)

※ 10月以前の感染については時期を特定できない(アウトカムと処置の従前関係を特定できない)ので扱わない

参考: 日本全体の2020年11月～1月の新規感染者数286,131(対全人口0.30%)
2021年2月～4月の新規感染者数200,238(0.21%)
2021年5月～7月の新規感染者数327,850(0.34%)
2021年8月～10月の新規感染者数793,065(0.63%)

処置変数: 宿泊旅行

Q. あなたは昨年の10月以降(各調査回ごとに: 1月以降、4月以降、7月以降)に、一泊以上の旅行に行きましたか。旅行には帰省を含みます。仕事上の理由による移動は含みません。

1. 行った(→1とするバイナリ変数)
2. 行ってない

各調査期間の間に旅行した場合に、新型コロナに感染する平均的な確率を推計

処置変数: 知人との直接接触頻度

Q. 過去1ヶ月の間に、仕事以外で、知り合いとどの程度の頻度で直接会っていますか。知り合いは親族や友人や隣人などを指し、同居している人を除きます。

1. ほぼ毎日、2. 1週間に数回、3. 1週間にだいたい1回、4. 2週間にだいたい1回、5. 1ヶ月にだいたい1回、6. 会っていない

選択肢**1,2,3,4 (2週間に1回以上)** → **1とするバイナリ変数**

前回調査時点でこのような接触頻度で行動していた場合、
新型コロナに感染する平均的な確率を推計

処置変数: 外出頻度

Q. あなたはこの1か月間に、どれだけ外出しましたか。

1. ほぼ毎日、
2. 週に4-5日、
3. 週に2-3日、
4. 週に1日程度、
5. 月に1日程度、
6. 外出していない

選択肢1,2,3 (つまり1週間に数回以上)

→ 1とするバイナリ変数

前回調査時点でこのような外出頻度で行動していた場合、新型コロナに感染する平均的な確率を推計

傾向スコアの共変量

- 年齢(数値)
- 性別(女性)
- 所得 (4階級) 「ref: 300万円未満」 「300万円から500万円未満」 「500万円から800万円未満」 「800万円以上」
- 所得変化ダミー 「ref:変化なし」 「増えた」 「減った」
- 金融資産 (4階級) 「ref:100万円未満」 「100-400万円」 「400-1,000万円」 「1,000万円+」
- 就労ダミー 「ref: 就労中」 「専業主婦」 「求職中」 「無職」 「学生」 「その他」
- 世帯類型ダミー 「ref: 多世代同居」 「夫婦のみ」 「単身」
- 有配偶者ダミー
- 有相談者ダミー
- 他者信用ダミー
- 住宅ローンダミー
- 基礎疾患ダミー(高血圧、脂質異常症、糖尿病、心臓の病気、腎臓の病気、がん、肺や呼吸の病気、医師に運動を止められたり、歩行に大きな支障のある病気やけが、なし)
- 学歴(3区分) 「ref:中卒高卒」 「専門短大卒」 「大学以上卒」
- 予防行動意識
- 都道府県ダミー

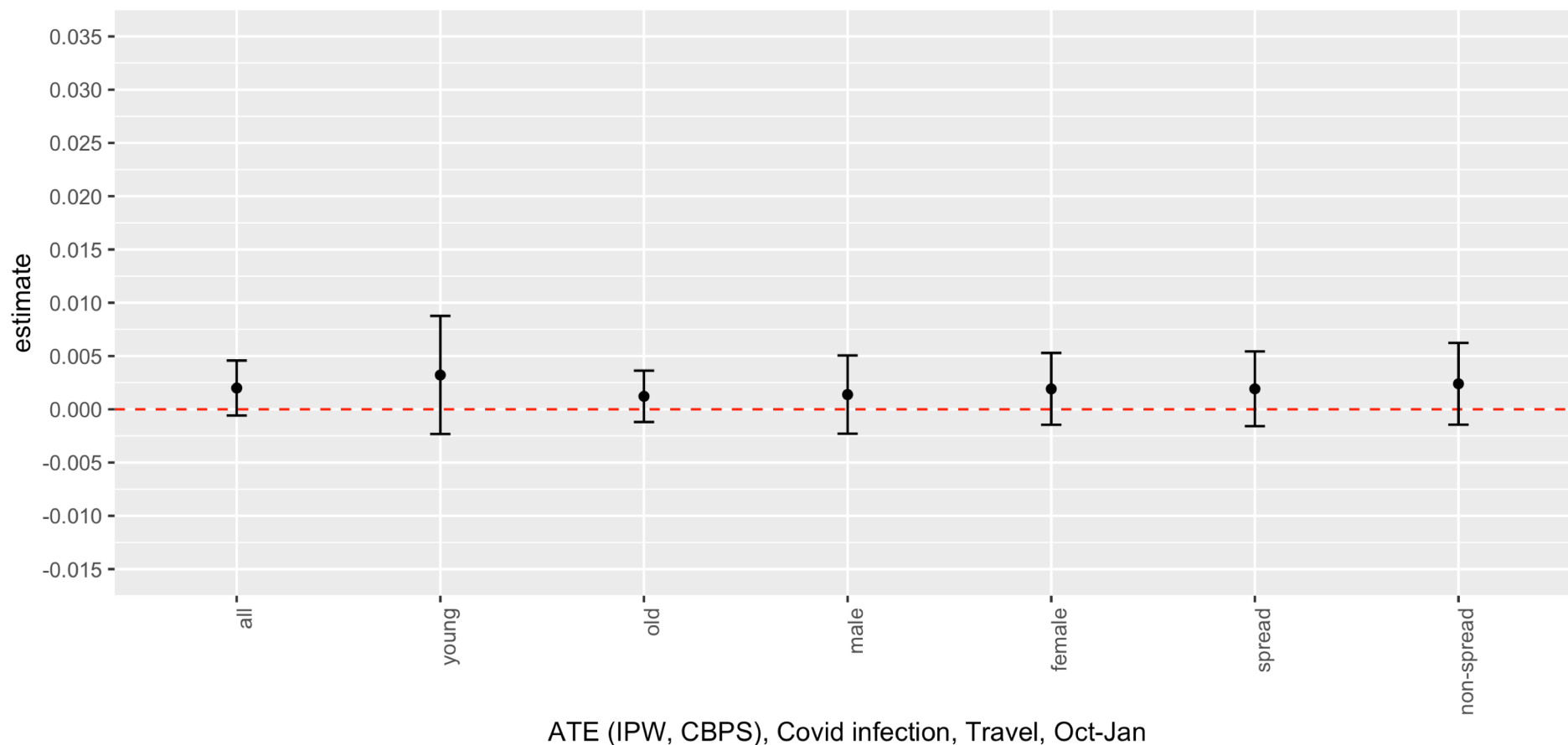
サンプル分割

- サンプル全体で分析すると同時に、年齢、性別、居住地域の属性ごとのサブサンプルでも分析を行う
 1. 年齢階級別
「若年(10代/20代/30代/40代)」 「中高年(50代/60代/70代)」
 2. 性別
「男性」 「女性」
 3. 感染拡大/非拡大地域
居住都道府県が
「北海道、東京、神奈川、埼玉、千葉、愛知、大阪、兵庫、沖縄」
→感染拡大地域
「その他府県」 →非拡大地域
- ワクチン接種開始後のデータについては「1回以上接種済み」「未接種」でも評価

逆確率重み付き (IPW)
ATE(平均処置効果)推定

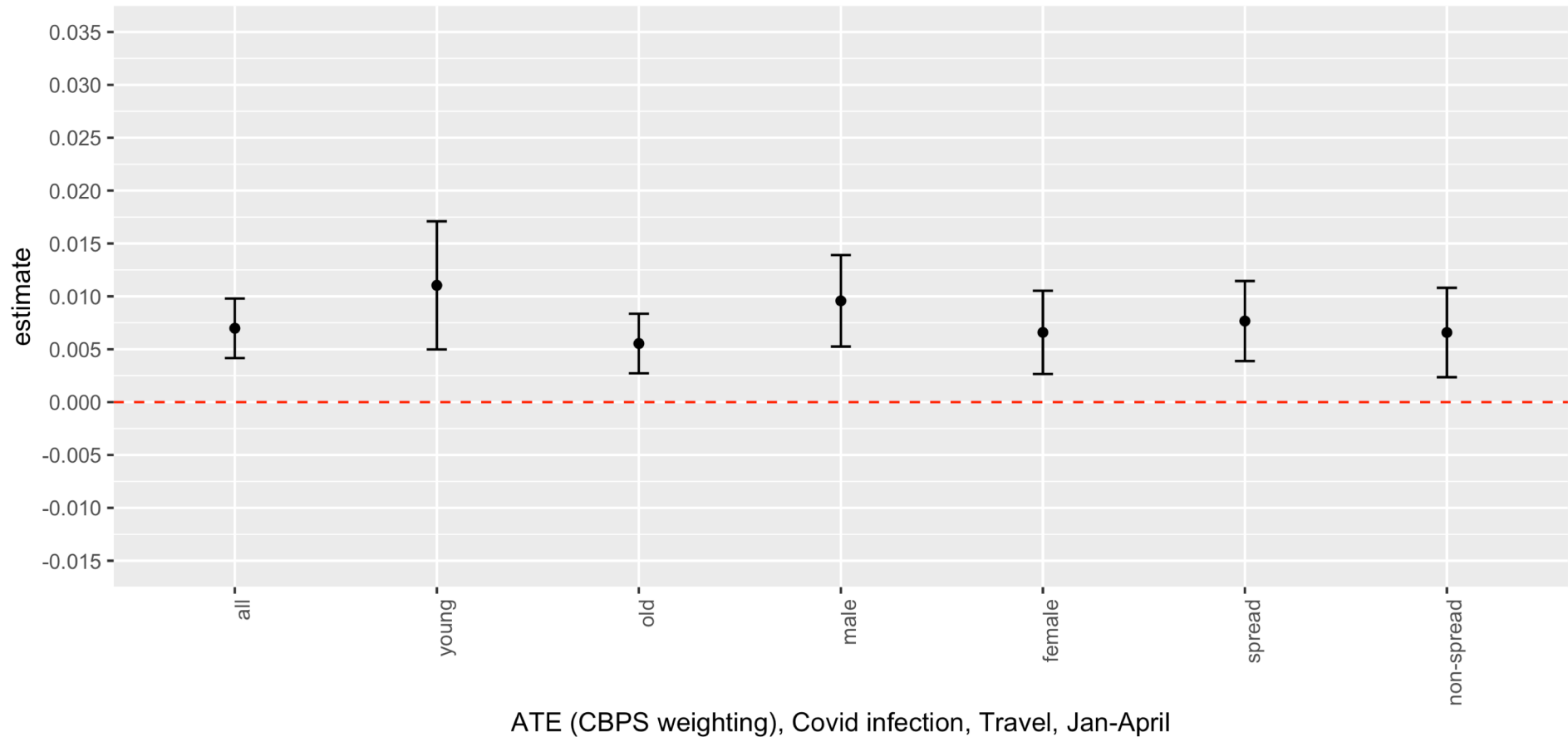
旅行と感染リスク

旅行が感染に与える効果ATE(旅行者数:2,441) 20年10月～21年1月(第三波前半)



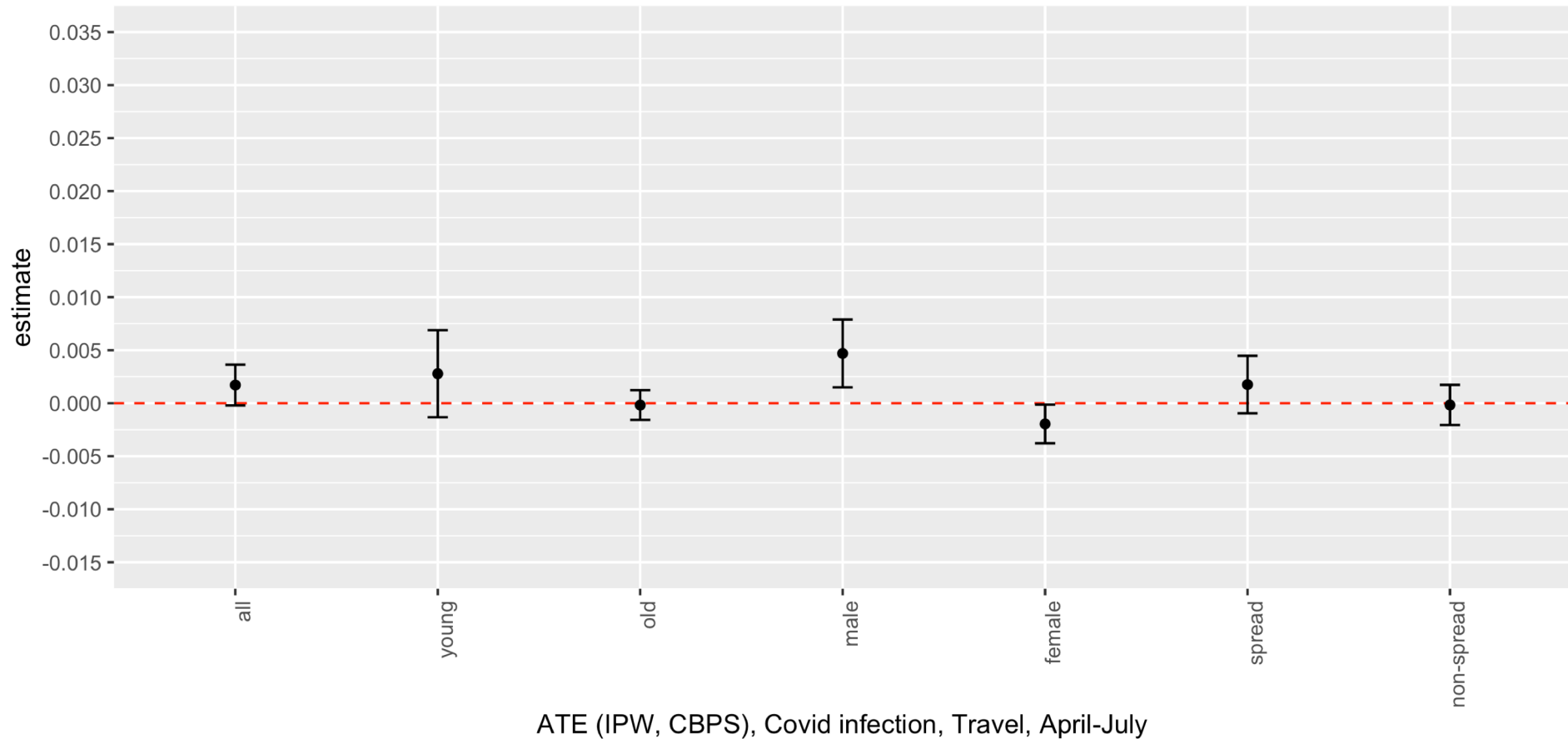
- 全体として旅行が与えるリスクは有意ではない(多くがGoTo適用期間)
- 有意ではないものの若年層の効果量は若干高い

旅行が感染に与える効果ATE(旅行者数:1,327) 21年1月～21年4月(第四波前半)



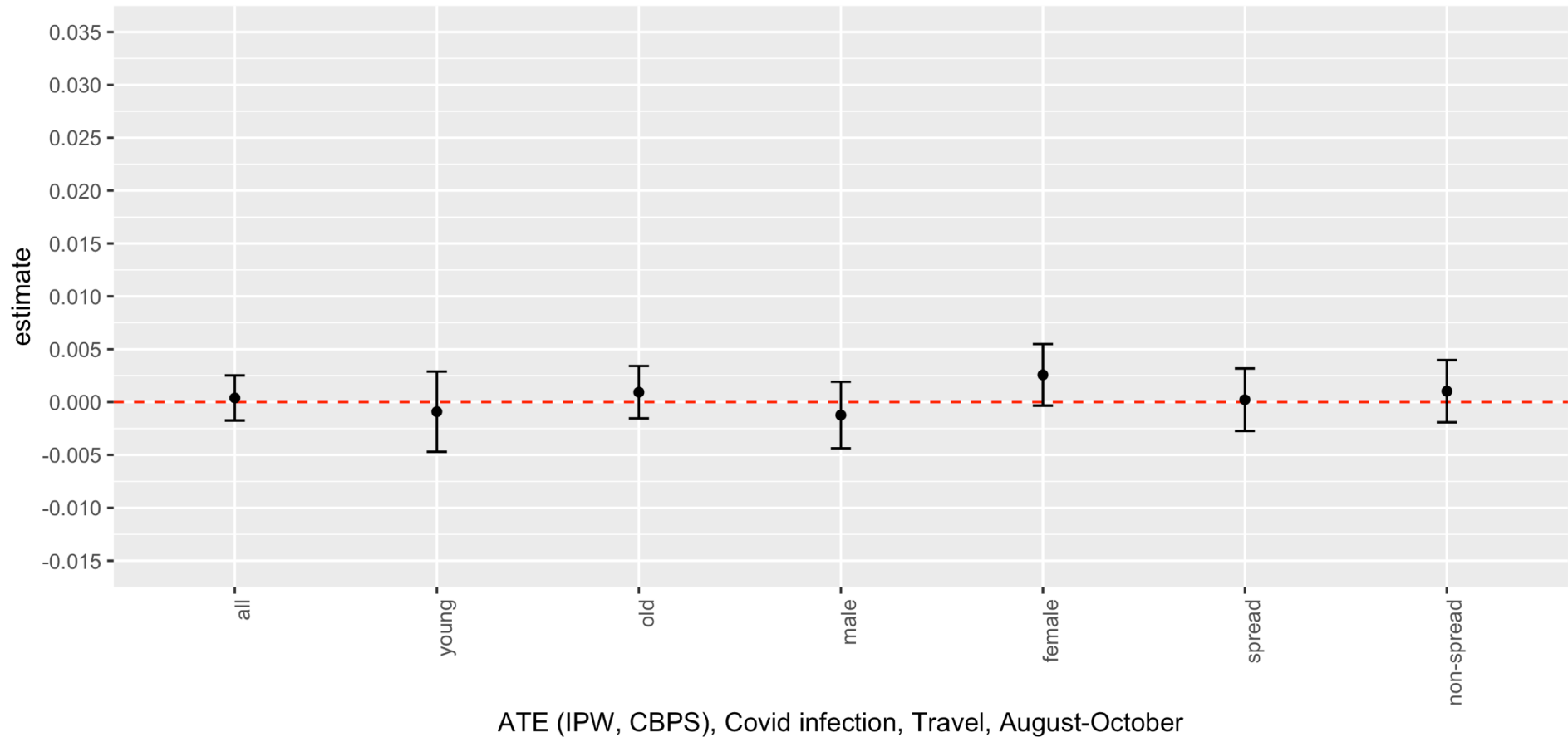
- 全体として旅行の感染リスクが高まり有意に
- 若年層、男性で相対的に高い効果量

旅行が感染に与える効果ATE(旅行者数:1,415) 21年4月～21年7月(第五波前)



- 全体として旅行の感染リスクの有意性が消失する
- 男性に有意な感染リスクが残る

旅行が感染に与える効果ATE(旅行者数:1,881) 21年7月～21年10月(第五波)



- 過去最大規模の国内感染であったにもかかわらず、旅行に有意な感染リスクなし

第4、5回サンプル内におけるワクチン接種率

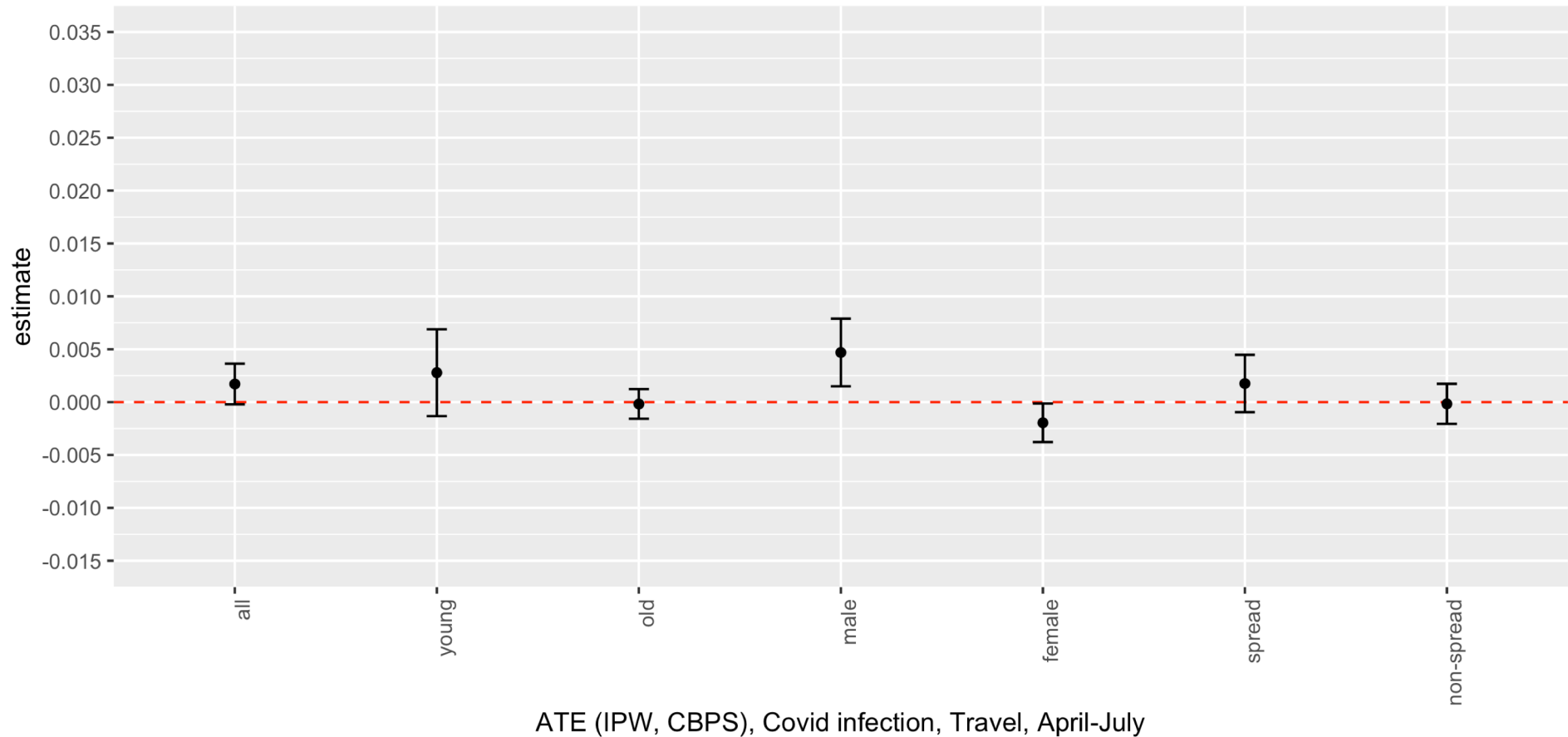
- 第4回

ワクチン接種済み: 4,493人(44.6%)
(1回: 2,040人、2回: 2,453人)

- 第5回

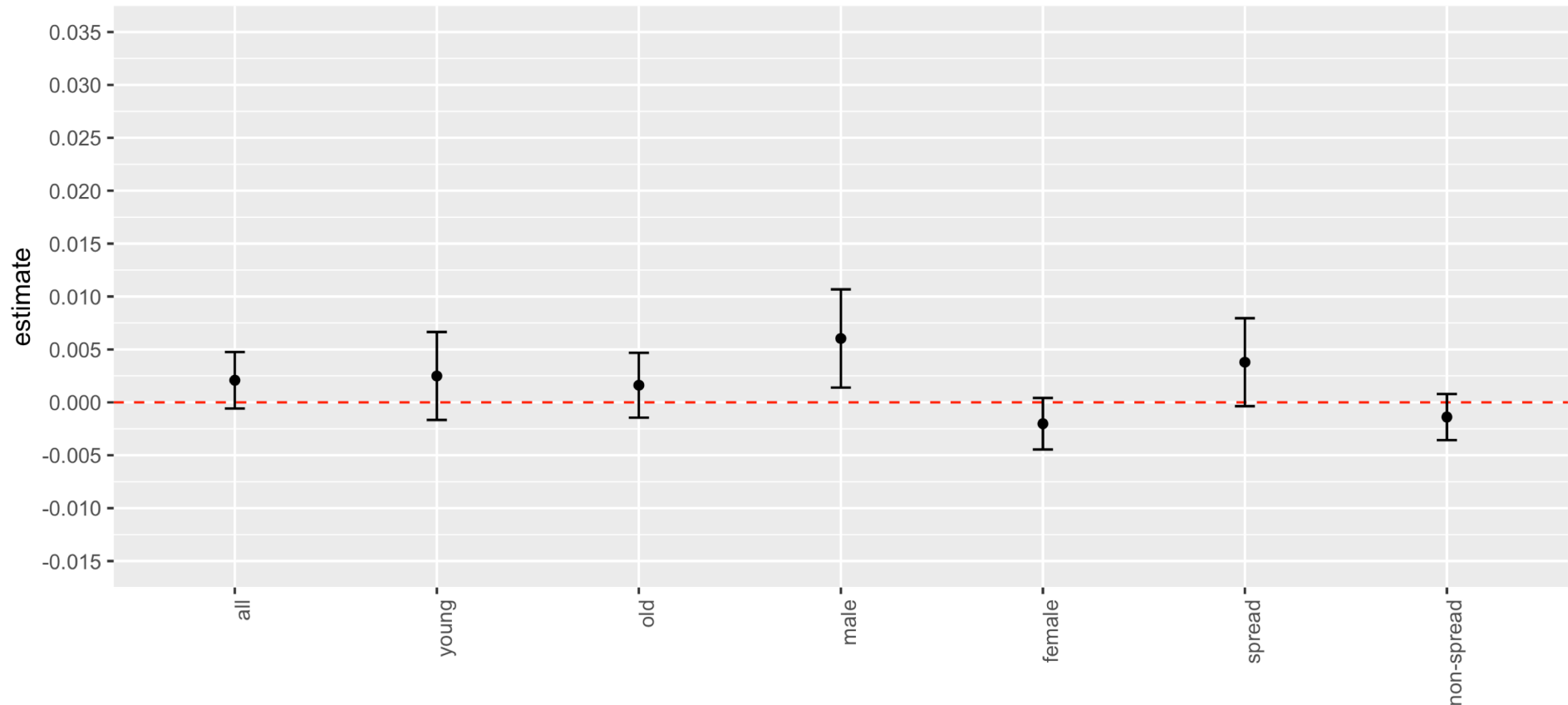
ワクチン接種済み: 8,604人(85.3%)
(1回: 544人、2回: 8060人)

旅行が感染に与える効果ATE(旅行者数:1,415) 21年4月～21年7月(第五波前)全サンプル再掲



- 全体として旅行の感染リスクの有意性が消失する
- 男性に有意な感染リスクが残る

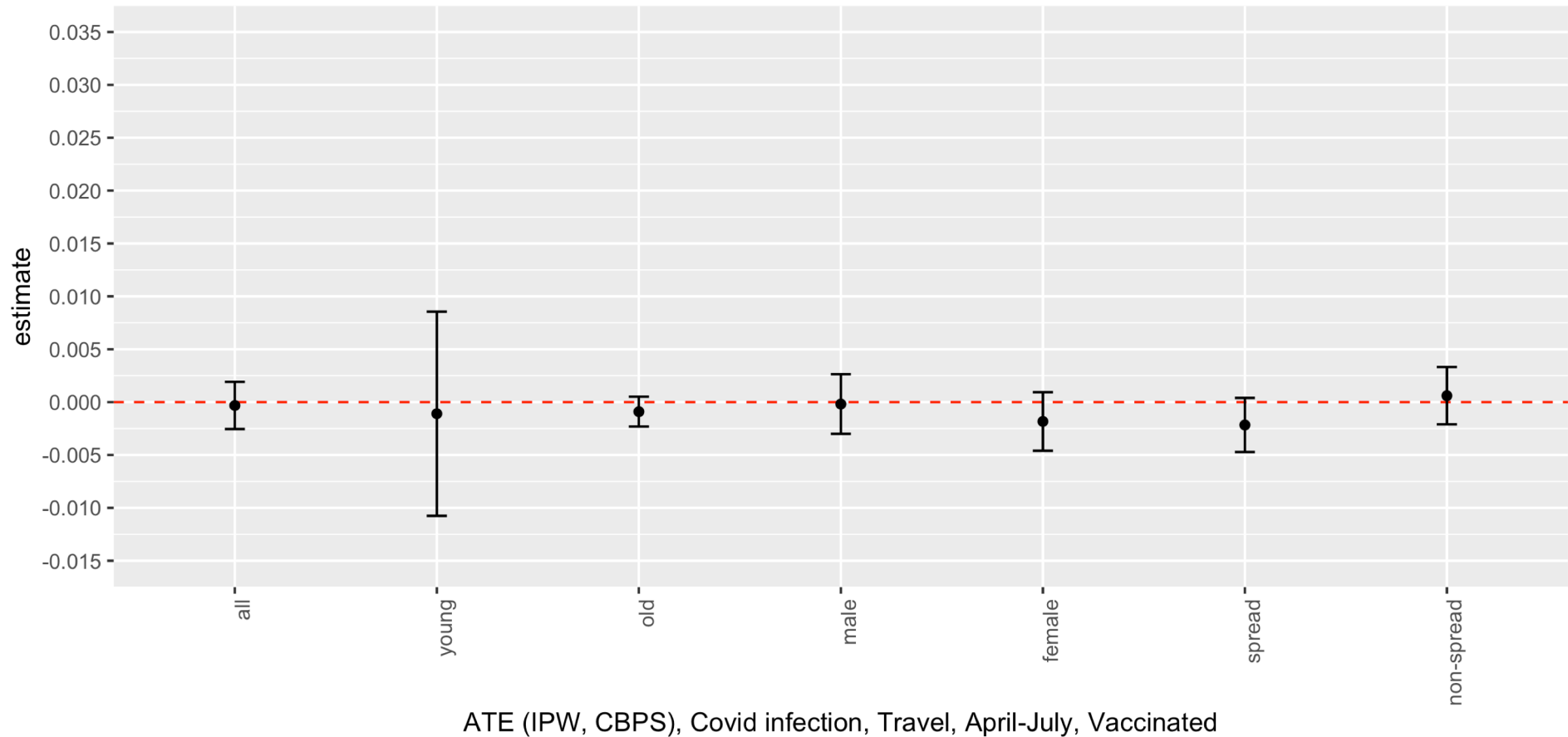
旅行が感染に与える効果ATE(旅行者数:750/obs.5588) 21年4月～21年7月(第五波前、ワクチン未接種者)



ATE (IPW, CBPS), Covid infection, Travel, April-July, Unvaccinated

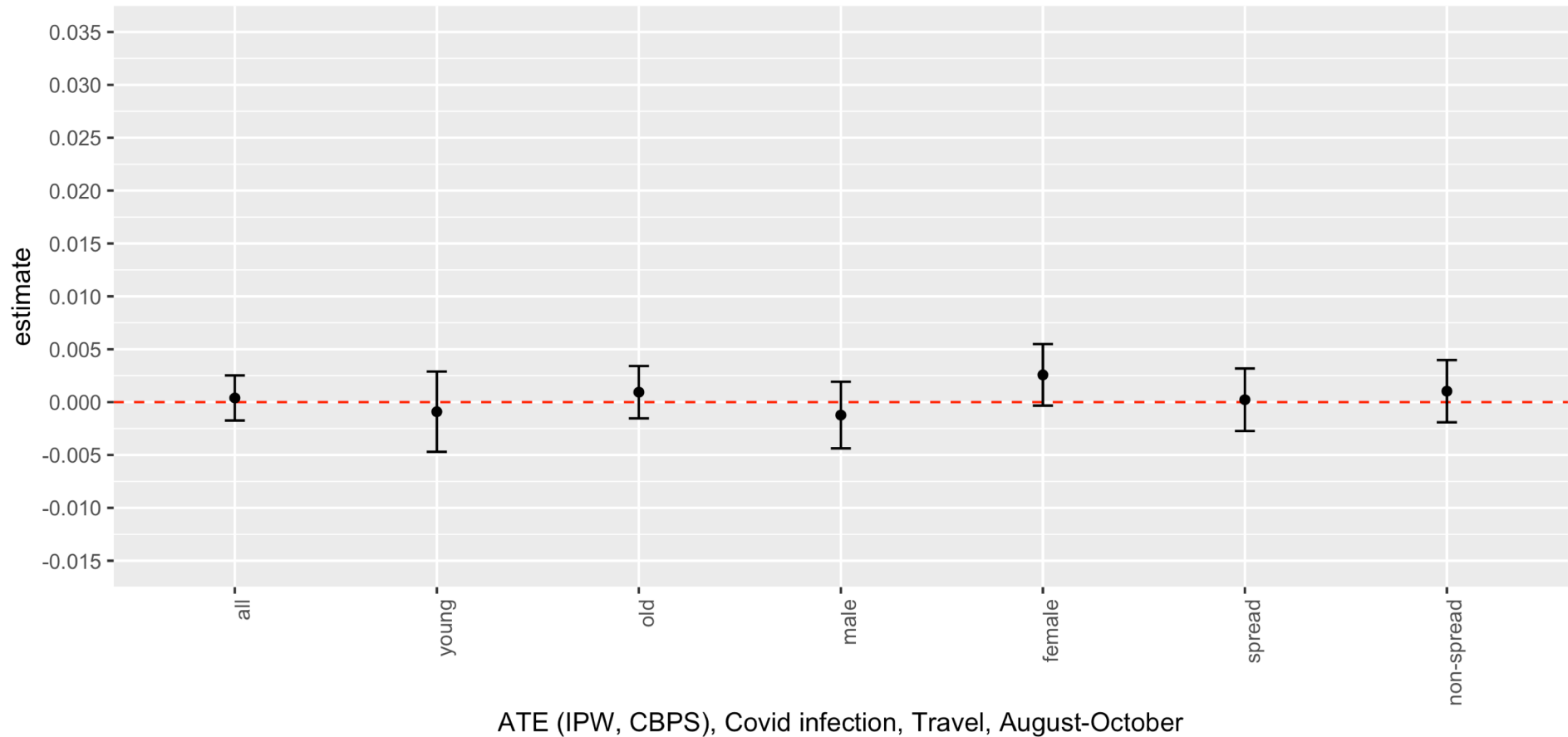
- 全サンプルのケースと傾向性はほぼ変わらない
- 男性と感染拡大地域におけるのリスクが比較的高い

旅行が感染に与える効果ATE(旅行者数:665/obs.4,493)
21年4月～21年7月(第五波前、ワクチン接種者)



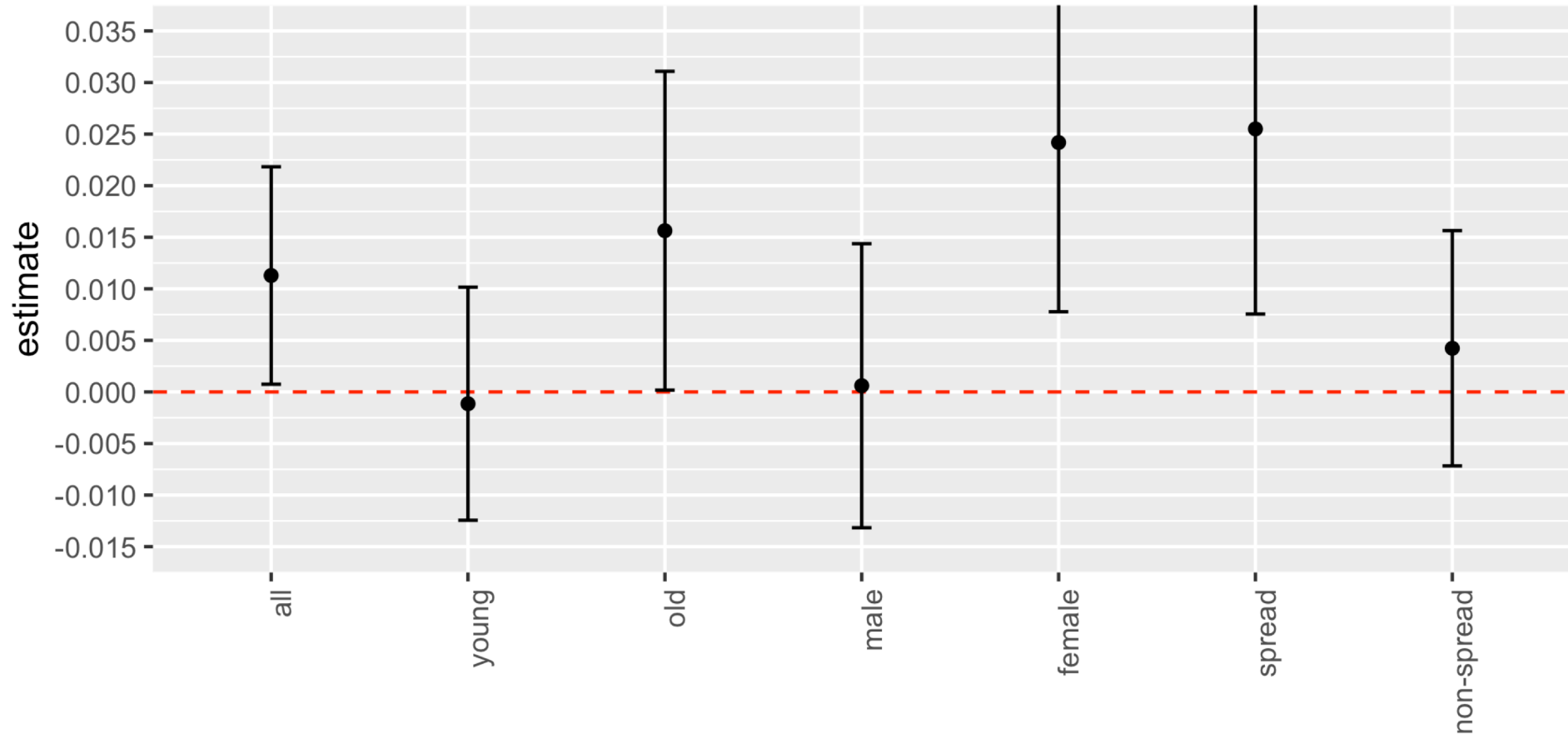
- ワクチン接種者については旅行の感染リスクは平均的に完全消失

旅行が感染に与える効果ATE(旅行者数:1,881) 21年7月～21年10月(第五波)全サンプル再掲



- 最大規模の国内感染であったにもかかわらず、旅行に有意な感染リスクなし

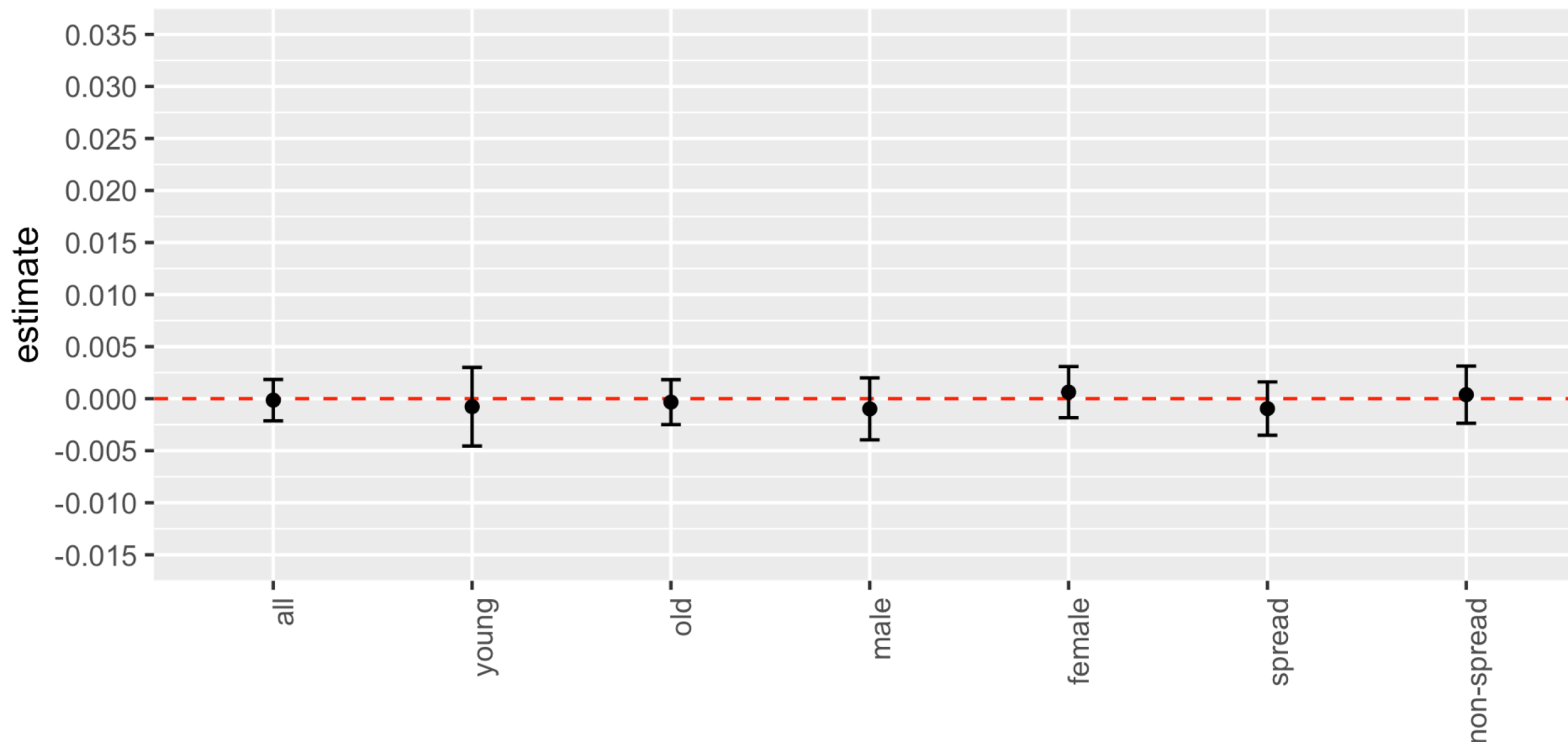
旅行が感染に与える効果ATE(旅行者数:209/obs.1,477)
21年7月～21年10月(第五波、 ワクチン未接種者)



ATE (IPW, CBPS), Covid infection, Travel, August-October, Unvaccinated

- 全体として非常に高いリスク

旅行が感染に与える効果ATE(旅行者数:1,672/obs.8,604)
21年7月～21年10月(第五波、 ワクチン接種者)



ATE (IPW, CBPS), Covid infection, Travel, August-October, Vaccinated

- 第五波においても、ワクチン接種者の旅行には平均的なリスクはない(未接種者と対照的)

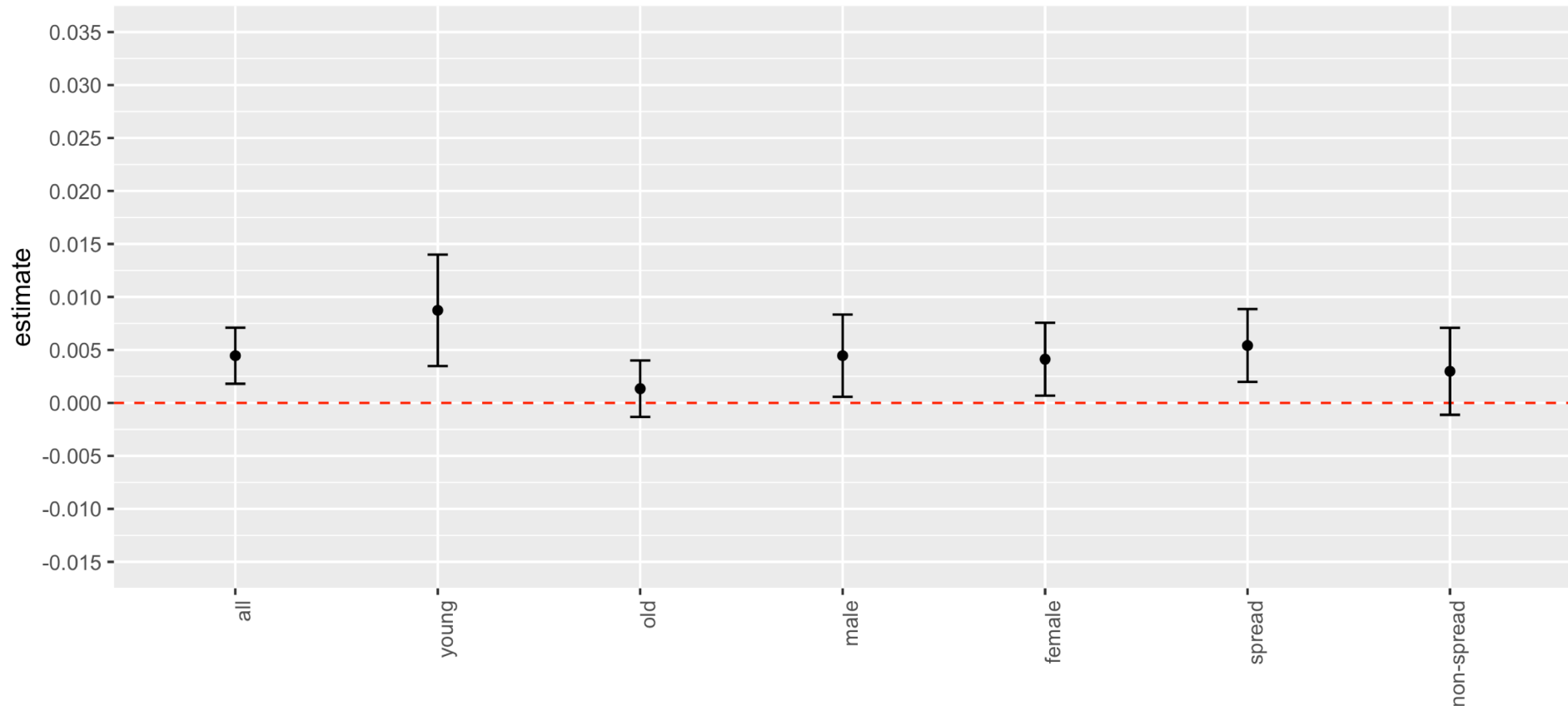
宿泊旅行の感染リスク(まとめ)

- **GoTo**事業実施時期においては、平均的には宿泊旅行が旅行者本人にあたえる感染リスクは確認できない(この時期の旅行者急減の影響か)
- **GoTo**事業停止後、全国的な感染がさらに広がった段階での宿泊旅行のほうがリスクが高く有意
- 相対的に男性に対して高いリスク
- 第五波では平均的には感染リスクがほぼない
- これはワクチン接種の効果が大きいと思われる

対人接触と感染リスク

対人接触頻度は2週間に1回以上の私的接触

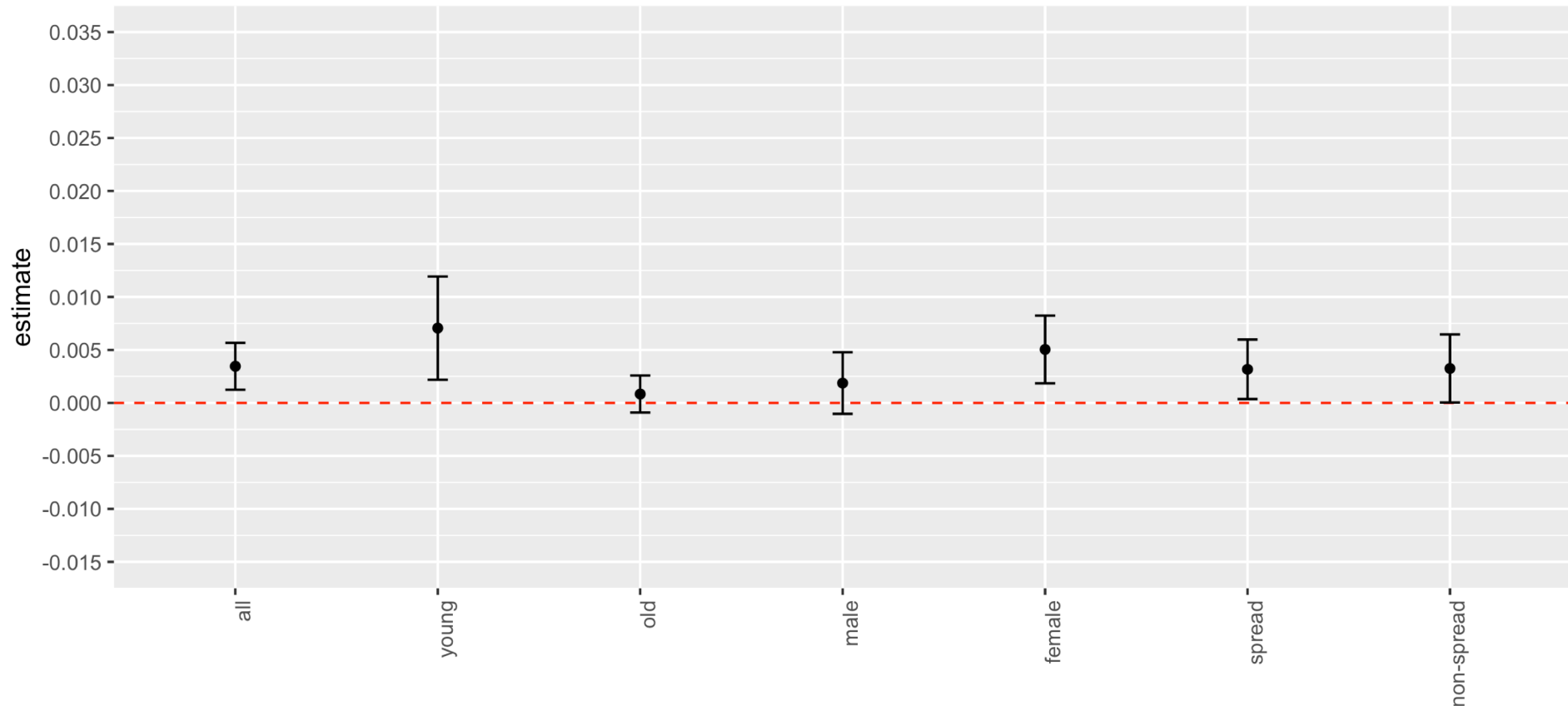
接触が感染に与える効果ATE($z_1=3,927$) 20年11月～21年1月(第三波前半)



ATE (IPW, CBPS), Covid infection, communication, once every 2 weeks, Oct-Jan

- 同時期の旅行と異なり全体として有意な感染リスク
- 高齢層以外のリスクが有意であり、若年層、感染拡大地域のリスクが高い

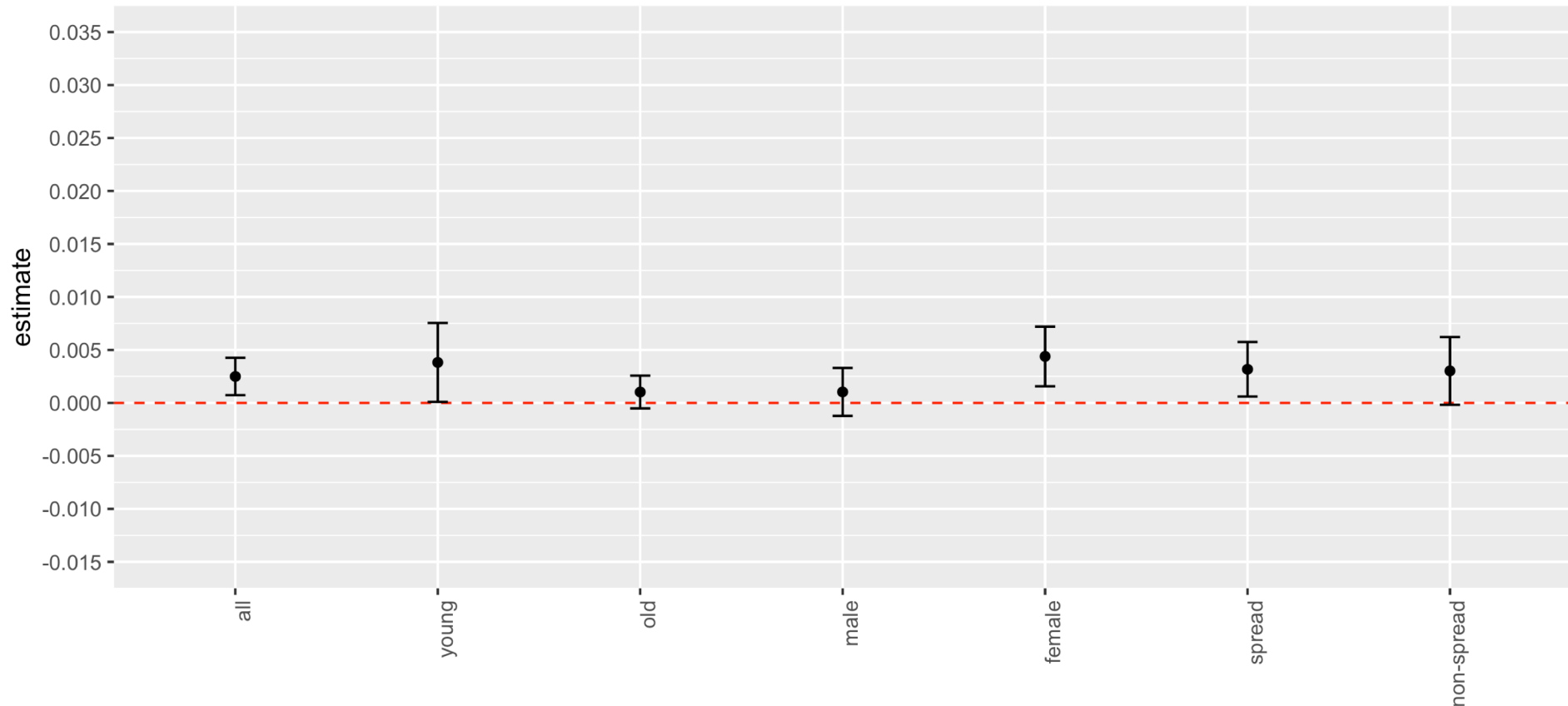
接触が感染に与える効果ATE($z_1=4,187$) 21年2月～21年4月(第四波前半)



ATE (CBPS weighting), Covid infection, communication, once every 2 weeks, Jan-April

- 全体的にの平均的リスクが若干弱まるも有意
- 若年層、女性に相対的に高いリスク
- 感染拡大地域でのリスクが若干低まる(緊急事態宣言効果か)

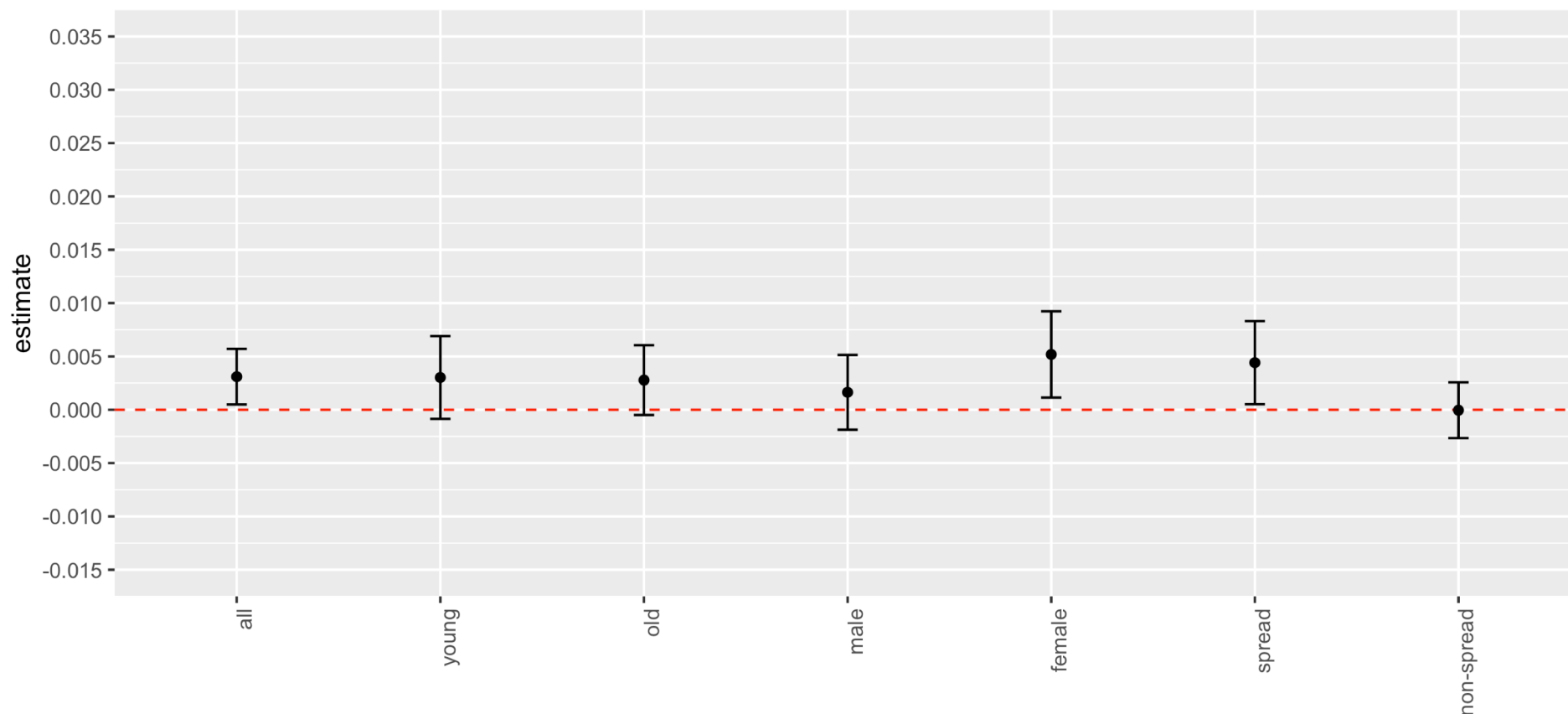
接触が感染に与える効果ATE($z_1=4,296$) 21年5月～21年7月(第五波前)



ATE (IPW, CBPS), Covid infection, communication, once every 2 weeks, April-July

- 全体としてのリスクの有意性は残るものの、若年層などのリスクが弱まる
- 引き続き、感染拡大地域におけるリスクは(有意ではあるものの)非拡大地域とほぼ同等

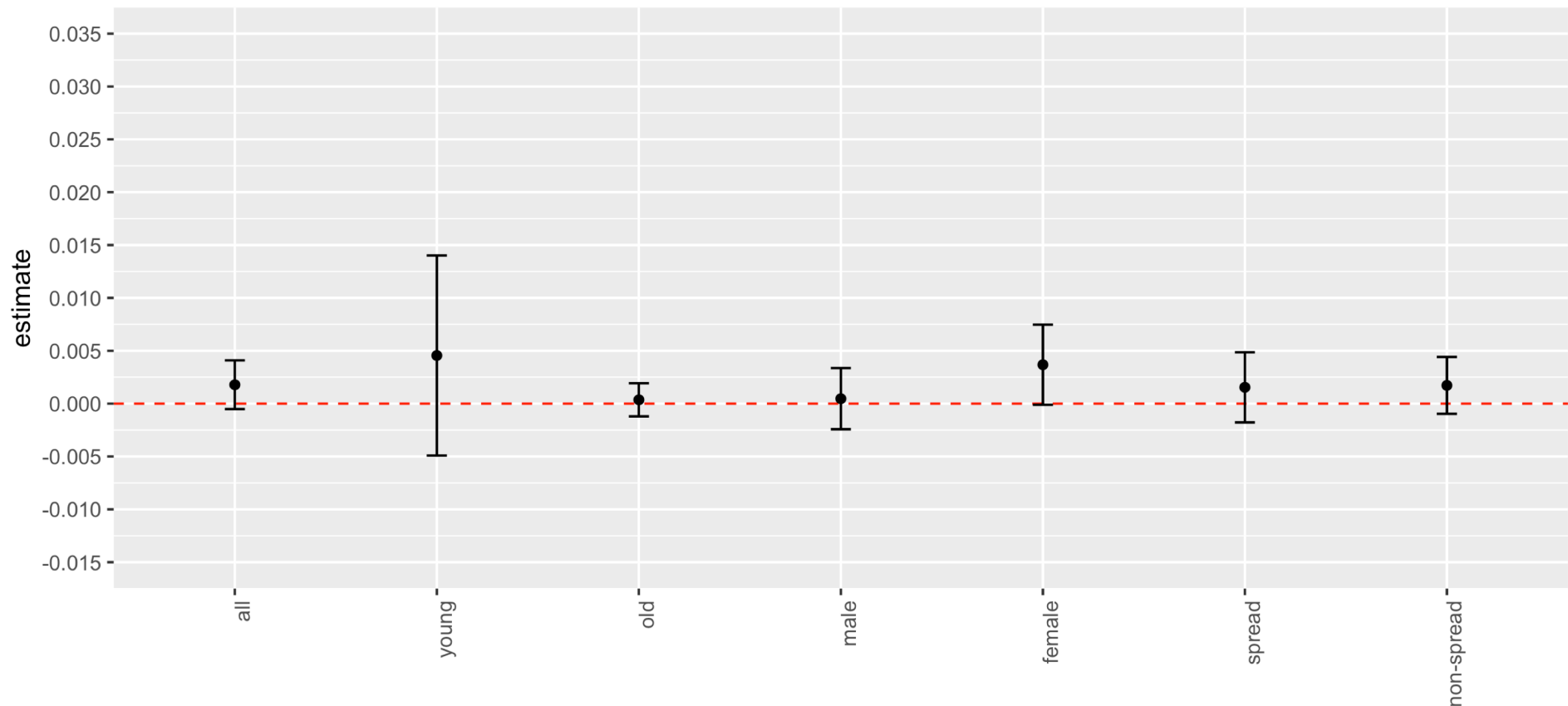
接触が感染に与える効果ATE($z_1=2,062/\text{obs.}5,588$) 21年5月～21年7月(第五波前、ワクチン未接種者)



ATE (IPW, CBPS), Covid infection, communication, once every 2 weeks, April-July, Unvaccinated

- ワクチン未接種者には平均的な感染リスクが残る
- 感染拡大地域におけるリスクが高い(ワクチンの遅れか)

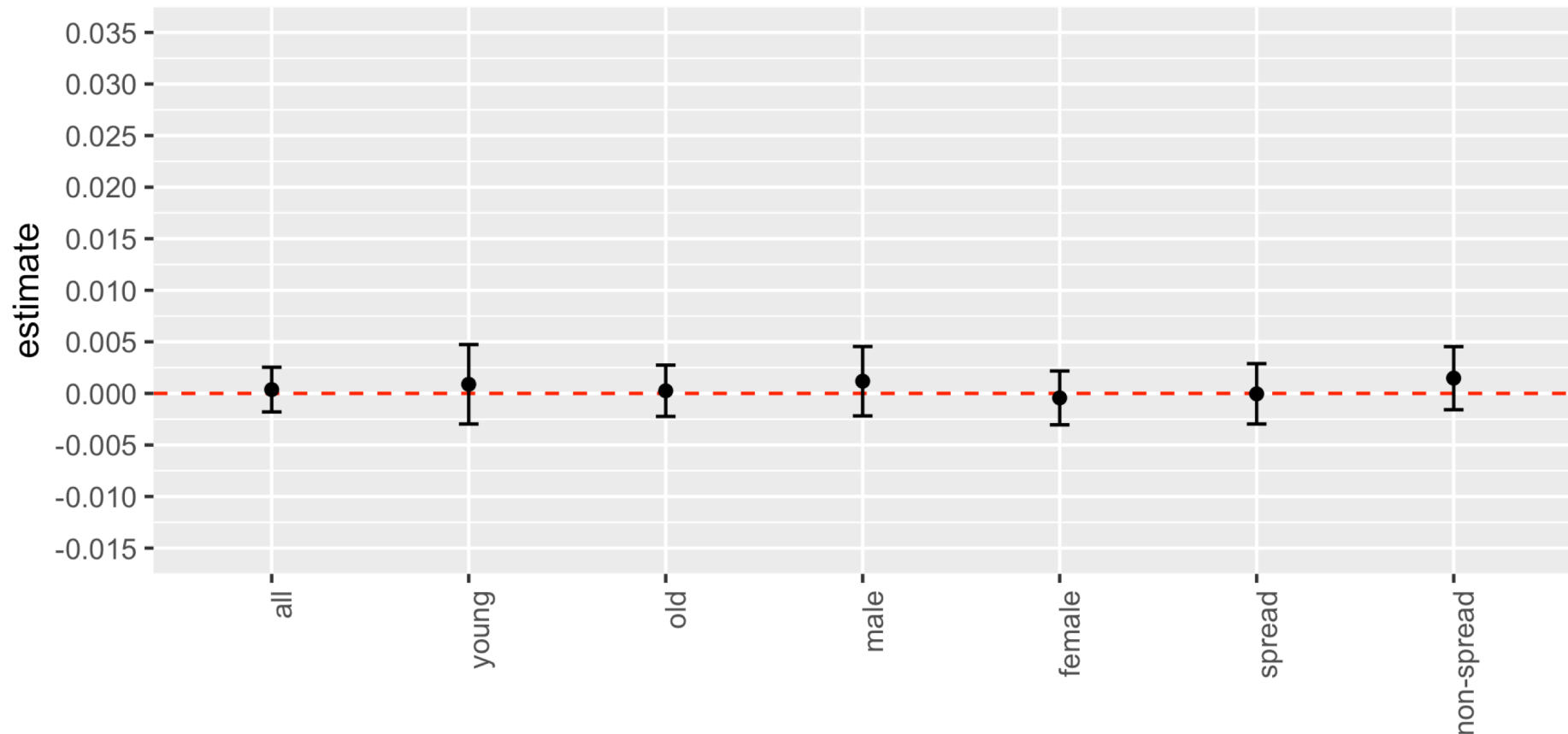
接触が感染に与える効果ATE($z_1=2,234/\text{obs.}4,493$) 21年5月～21年7月(第五波前、ワクチン接種者)



ATE (IPW, CBPS), Covid infection, communication, once every 2 weeks, April-July, Vaccinated

- 接種者にとっては対人接触もリスク消失(感染拡大地域においてもリスク消失)
- 若年層でリスクが高まる(行動変容と世代別の接種率の差異の可能性)

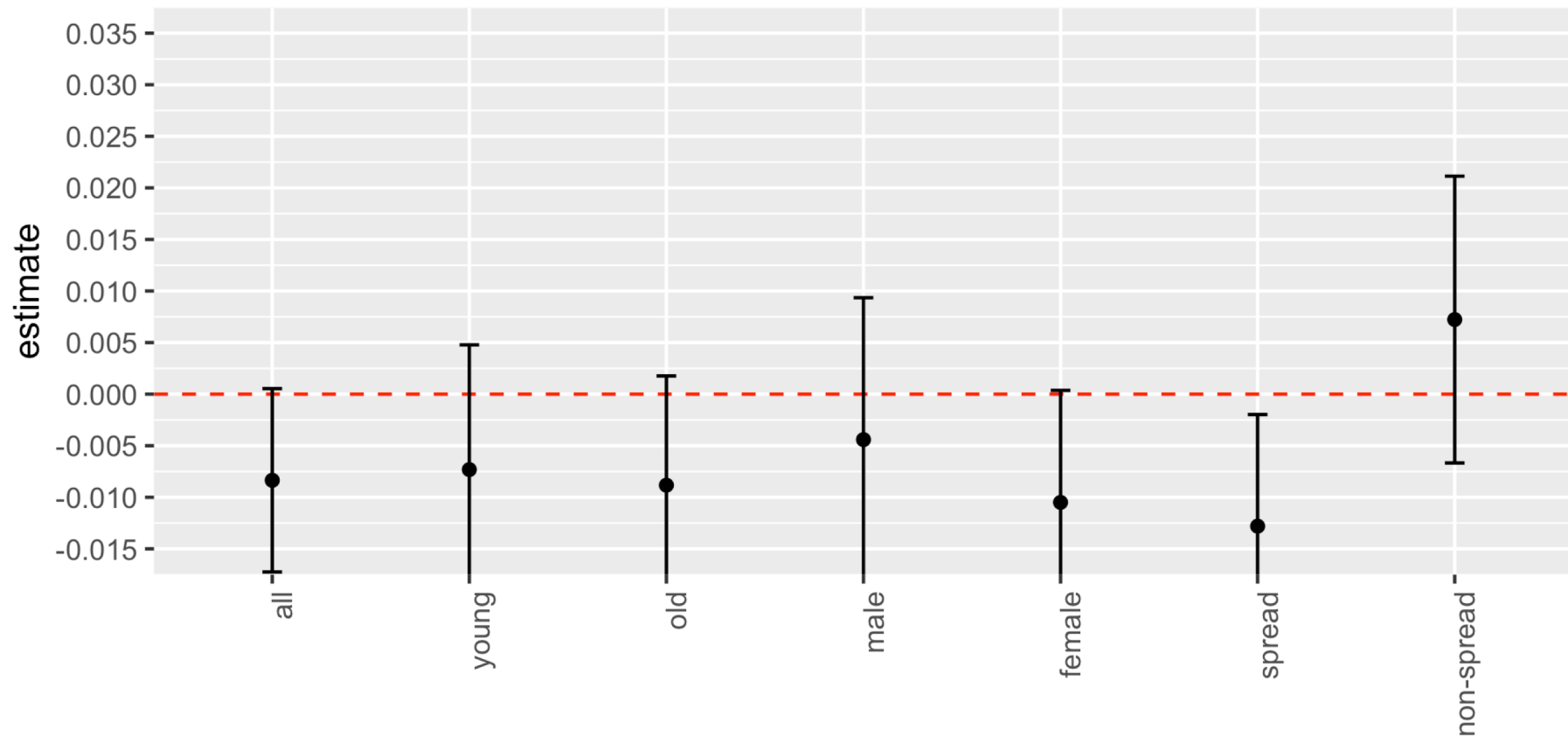
接触が感染に与える効果ATE($z_1=4,528$) 21年8月～21年10月(第五波)



ATE (IPW, CBPS), Covid infection, communication, once every 2 weeks, August-October

- 全体として平均的リスクが消失

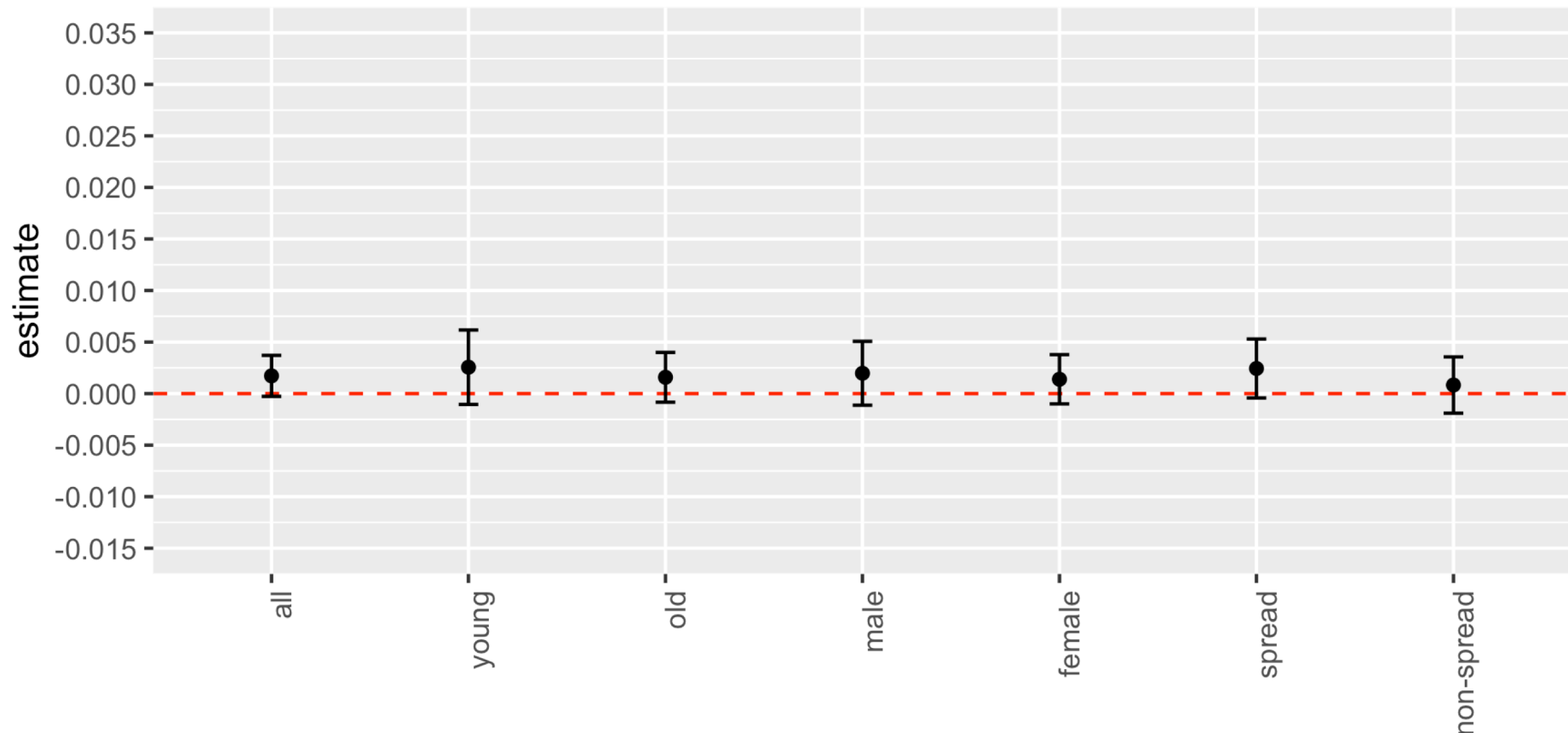
接触が感染に与える効果ATE($z_1=558/\text{obs.}1,477$) 21年8月～21年10月(第五波、 ワクチン未接種者)



ATE (IPW, CBPS), Covid infection, communication, once every 2 weeks, August-October, Unvaccin

- パラドキシカルだが、未接種者の感染リスクが相当に低い
- 未接種である自覚がある?しかしこの群の感染予防行動はゆるい

接触が感染に与える効果ATE($z_1=3,997/\text{obs.}8,604$) 21年8月～21年10月(第五波、 ワクチン接種者)



ATE (IPW, CBPS), Covid infection, communication, once every 2 weeks, August-October, Vaccina

- ワクチン接種者は第五波においても有意なリスクとはならない
- ただし有意ではないもののポジティブ(サンプルバイアスか)

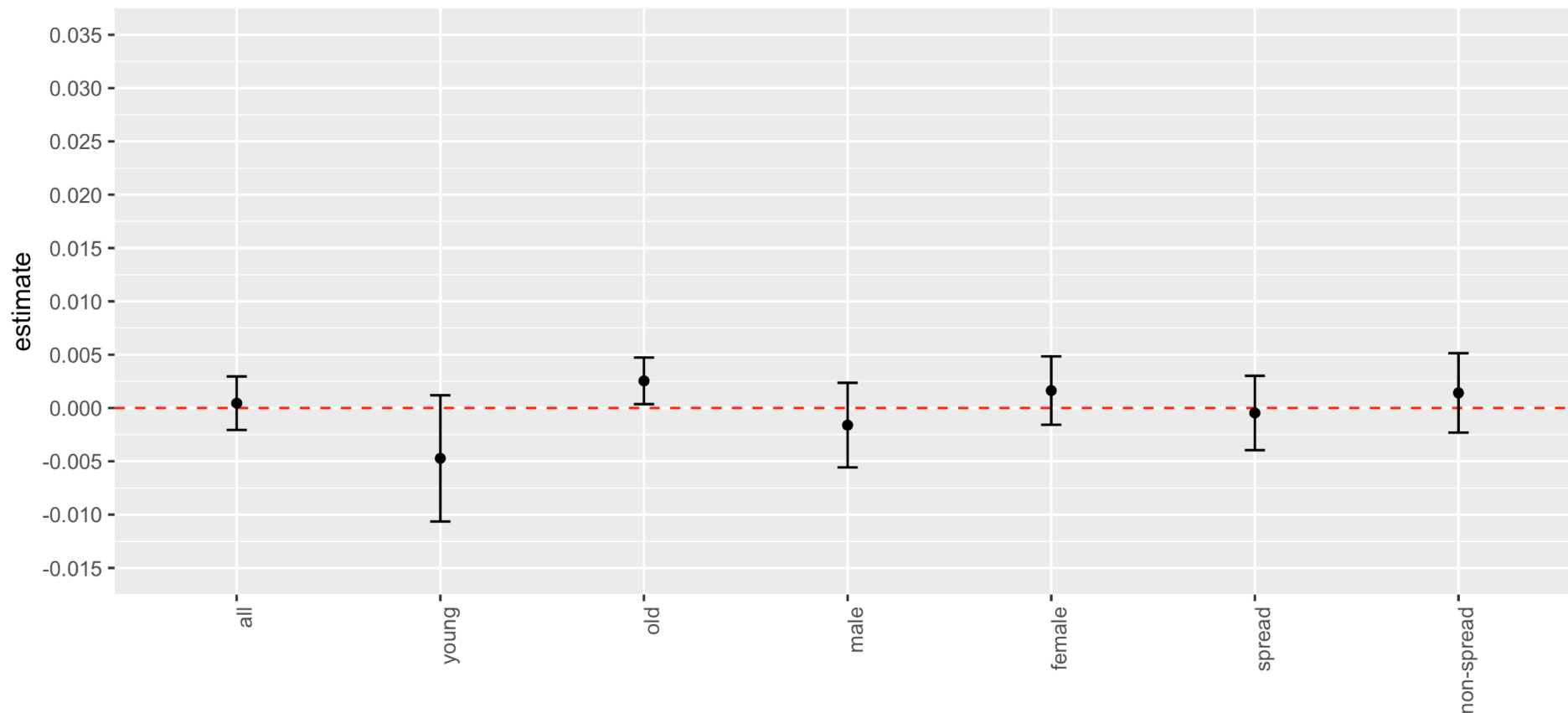
対人接触の感染リスク(まとめ)

- 宿泊旅行が有意なリスクを示していない時期においても、日常的な対人接触の頻度が高い人の感染リスクは有意
- 傾向として若年層、女性、感染拡大地域住民において高リスク
- コミュニケーションの様式が影響か
- 都市部に発令させた緊急事態宣言が感染拡大地域における感染リスクを低下させた可能性
- ワクチン接種は対人接触でも強い効果を発揮

外出と感染リスク

外出頻度は1週間に数日以上と定義

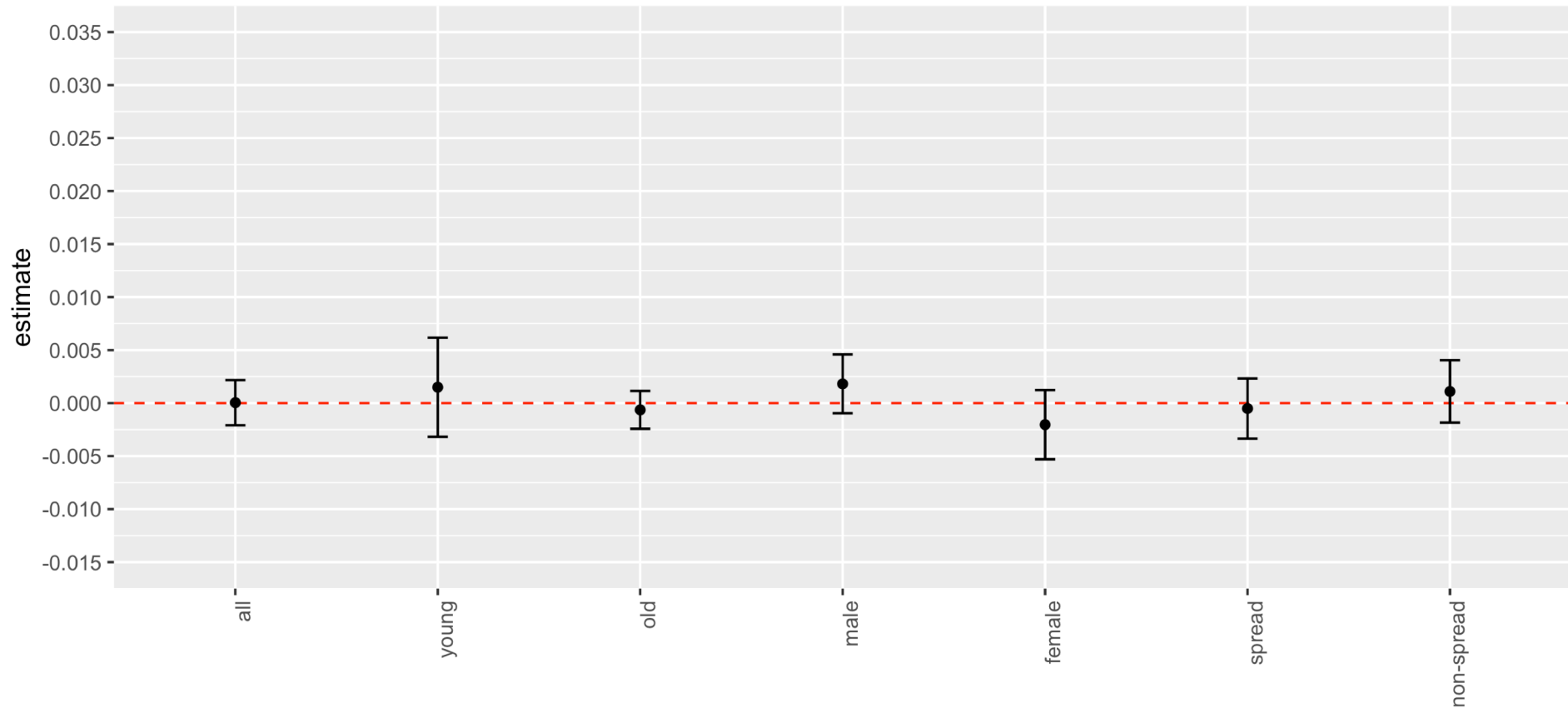
外出が感染に与える効果ATE($z_1=7,727$) 20年11月～21年1月(第三波前半)



ATE (IPW, CBPS), Covid infection, outgo, 4+ days per week, Oct-Jan

- 全体として外出に有意な感染リスクなし
- 高齢者にのみ僅かに有意なリスク

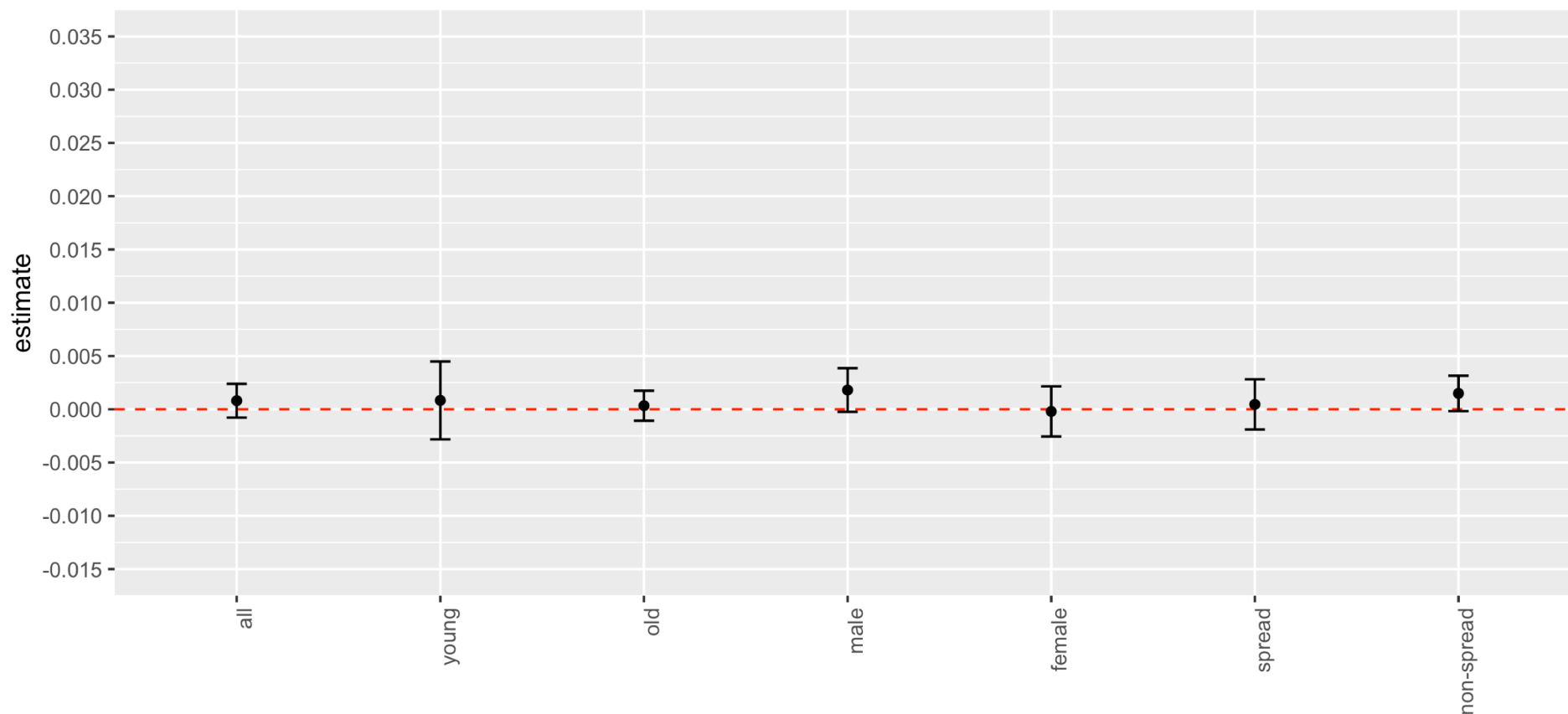
外出が感染に与える効果ATE($z_1=7,929$) 21年2月～21年4月(第四波前半)



ATE (CBPS weighting), Covid infection, outgo, 4+ days per week, Jan-April

- ふたたび、外出に有意な感染リスクなし

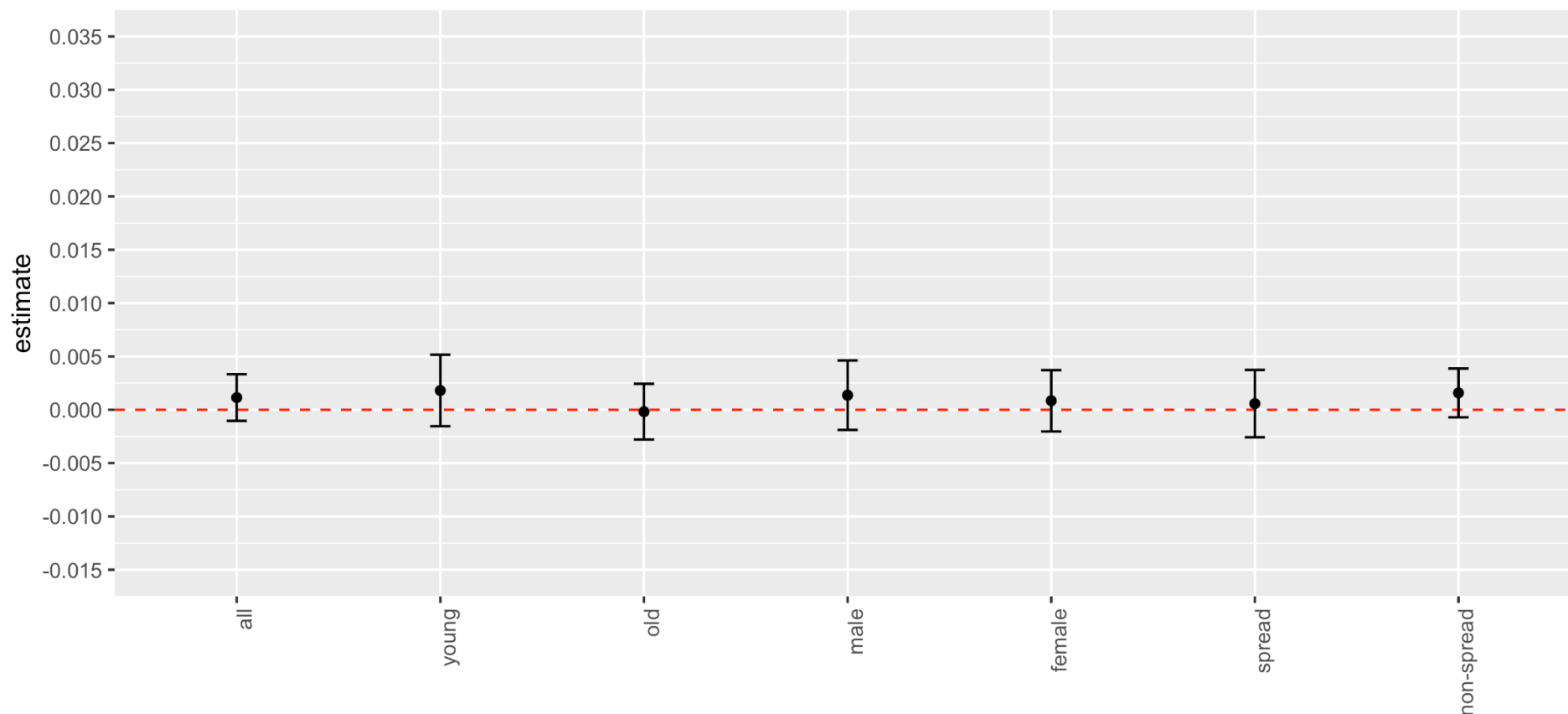
外出が感染に与える効果ATE($z_1=7,981$) 21年5月～21年7月(第五波前)



ATE (IPW, CBPS), Covid infection, outgo, 4+ days per week, April-July

- 引き続き有意なリスクなし

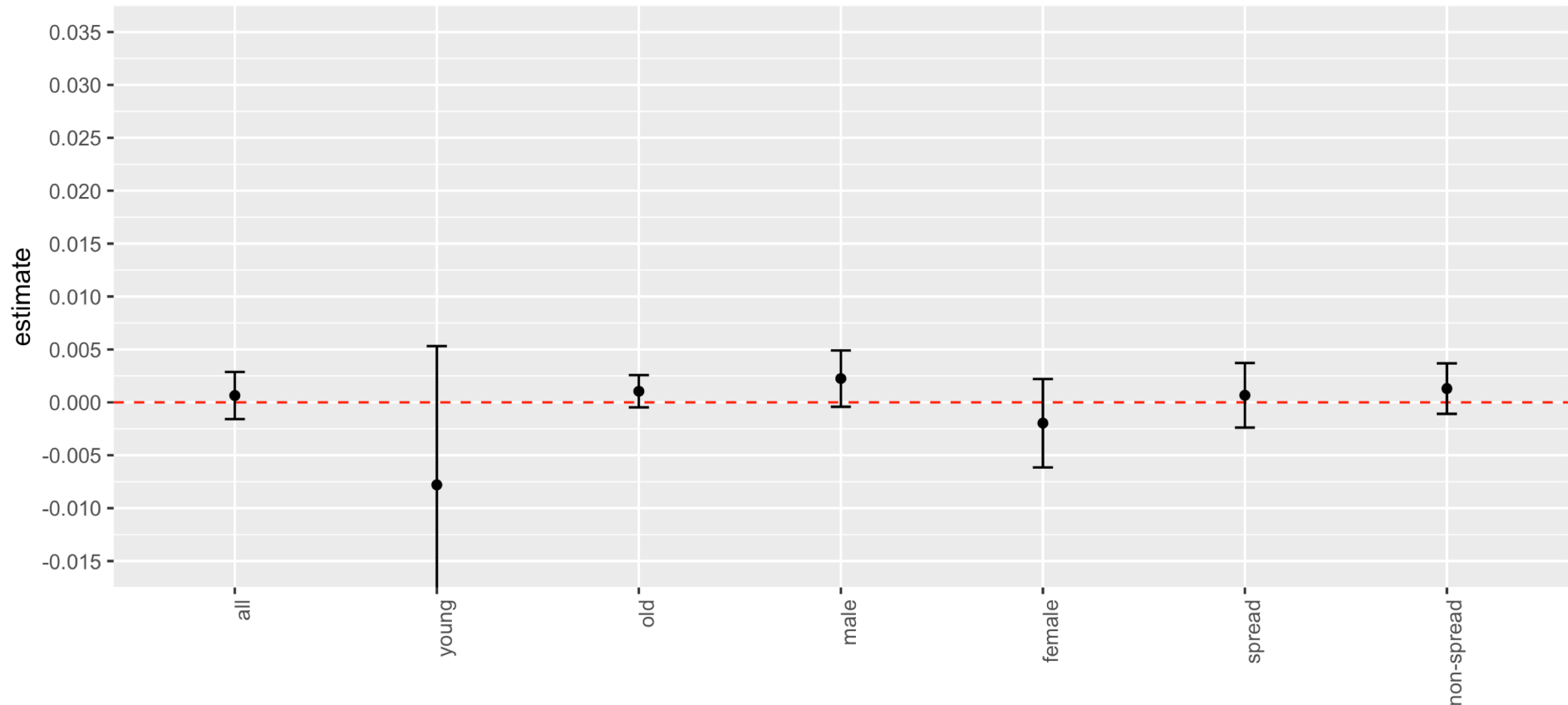
外出が感染に与える効果ATE($z_1=4,360/\text{obs.}5,588$)
21年5月～21年7月(第五波前、 ワクチン未接種者)



ATE (IPW, CBPS), Covid infection, outgo, 4+ days per week, April-July, Unvaccinated

- ワクチン未接種者にも引き続き有意なリスクなし

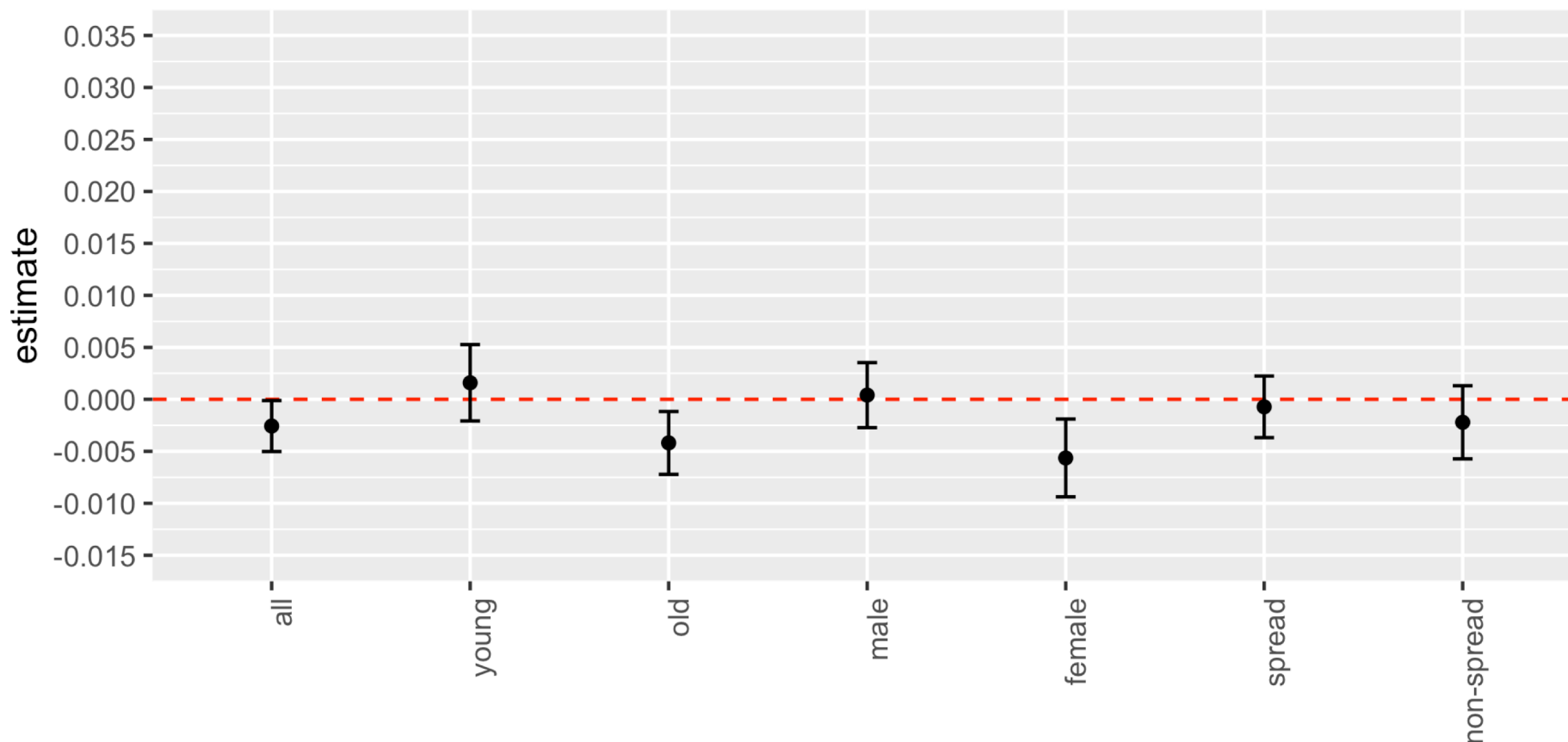
外出が感染に与える効果ATE($z_1=3,621/\text{obs.}4,493$)
21年5月～21年7月(第五波前、ワクチン接種者)



ATE (IPW, CBPS), Covid infection, outgo, 4+ days per week, April-July, Vaccinated

- ワクチン接種者も引き続き有意なリスクなし

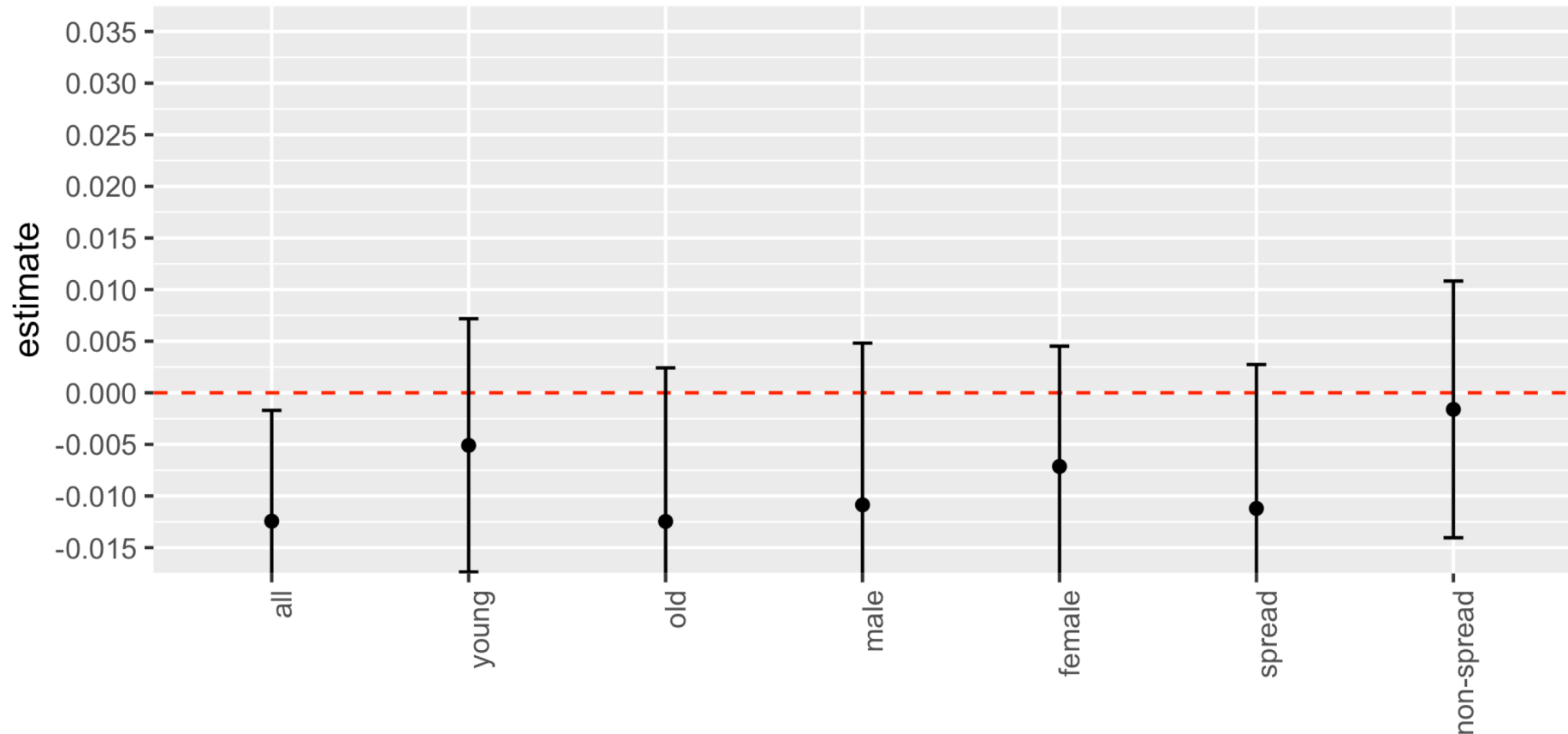
外出が感染に与える効果ATE($z_1=8,081$) 21年8月～21年10月(第五波)



ATE (IPW, CBPS), Covid infection, outgo, 4+ days per week, August-October

- さらに全体としてリスク低下

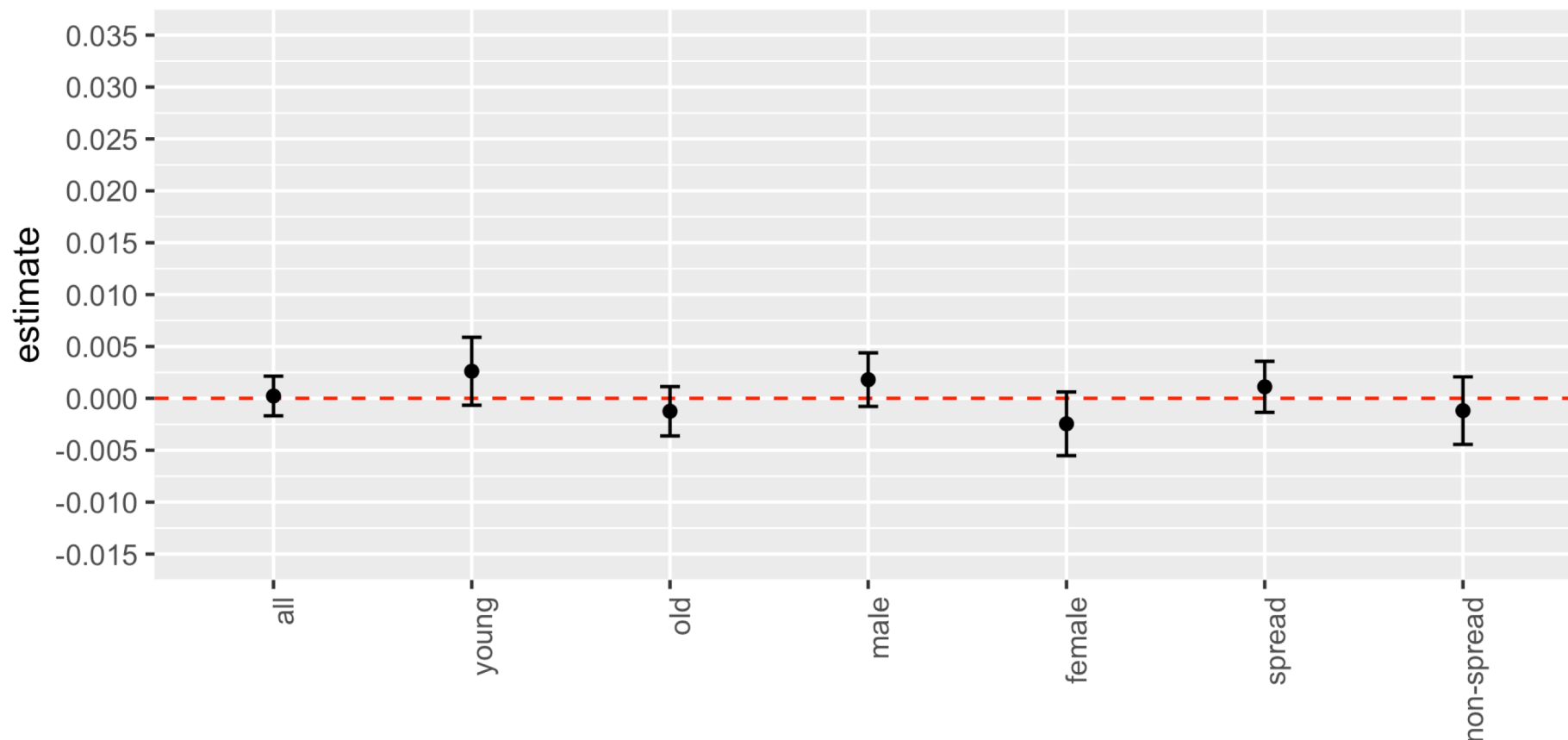
外出が感染に与える効果ATE($z_1=1, 108/\text{obs.}1477$)
21年8月～21年10月(第五波、 ワクチン未接種者)



ATE (IPW, CBPS), Covid infection, outgo, 4+ days per week, August-October, Unvaccinated

- ワクチン未接種でも外出にリスクなし
- サンプルバイアスの可能性も

外出が感染に与える効果ATE($z_1=6,973/obs.8604$)
21年8月～21年10月(第五波、 ワクチン接種者)



ATE (IPW, CBPS), Covid infection, outgo, 4+ days per week, August-October, Vaccinated

- ワクチン接種者も外出に有意なリスクなし

移動の感染リスク(ATE)推計のまとめ

- 旅行、対人接触の感染リスクは、レベルとしては高いものではないが、有意なリスク
- 旅行、対人接触の感染リスクは高齢層より若年層のほうが高い
- 旅行については男性の感染リスクが高いのに対し、対人接触については女性のほうが相対的に高いリスク
- 期間ごとのレベルの差異は、国全体での感染拡大の差異を反映しているので(SUTVAが成立していない)、単純な比較はできない
- 第五波以降は、ワクチン接種が感染リスクを強く抑え込み(井上・沖本2022と整合的)
- 接種者と未接種で感染リスクに大きな差(特に旅行)
- 外出そのものは感染リスクがほぼゼロ

政策的含意

- 感染拡大初期にはわからなかったコロナの特性
- 強いロックダウンの必要性をめぐる議論(私権制限)
- 大都市部における緊急事態宣言は感染リスク低減に一定の成果をあげていた可能性(この点も井上・沖本2022と整合的)
- 今回の新型コロナウイルスについては、外出までを制限する必要性は小さい
- 対人接触や非日常的移動(旅行)には一定のリスク
- ワクチンによるコロナ戦略の重要性
- ポストコロナにおいて経済活動を維持するために不可欠なワクチン

分析の限界

- アンケート調査では旅行、直接の面会、外出の頻度の情報は得られるが、その「質」については情報が無い(飲食、アルコール、人数など)
- 新型コロナ感染診断の有無は自己申告に基づく情報
- 無症状感染や未受診のケースは捕捉が難しい(ただし、発熱、味覚障害などの関連症状についての分析は可能, 中田2021)

ありがとうございました