職域接種における待ち時間シミュレーション

武庫川女子大学　生活環境学部情報メディア学科3年　　大阪大学大学院 医学系研究科　保健学専攻　研究生

安本楓　梅田珠希　岩堀千穂　松田奈夕　井手美月　　アジサイハン

目次

1. 研究背景
2. 研究目的と意義
3. 方法
4. 結果
5. 考察
6. 研究の限界・今後の展開
7. まとめ
8. 参考文献

背景
新型コロナ感染症について

新型コロナウイルス感染症による死亡者や重症者の発生をできる限り減らし、結果として新型コロナウイルス感染症のまん延の防止を図るために、ワクチン接種を迅速に行う必要がある。予防接種法（昭和23年法律第68号）附則第7条の特例規定に基づき、厚生労働大臣の指示のもと、都道府県の協力により、市町村（特別区を含む。以下同じ。）において実施される。

（厚生労働省「新型コロナウイルス感染症に係る 予防接種の実施に関する 医療機関向け手引き（4.1版）令和３年９月21日改訂」より）

その中で、地域の負担を軽減し接種の加速化を図っていくため、
職域集団ワクチン接種という接種方法が実施された。

背景
職域集団ワクチン接種の特徴

- ▶ 全国民が対象である。接種を**早期に完了**させる必要がある
- ▶ 予防接種で問診、済証交付、状態観察などの**手順が多い**
- ▶ 職域接種では各施設にとって**初めての対応**（人数・手順・2回接種・ほぼ毎日のシフト組み）
- ▶ 接種会場の設置・作業員の配置人数の妥当性の**予測は困難**
- ▶ 1日あたりの最大接種可能人数や混雑状況の発生などについて**予測は困難**

ワクチン接種を行う会場で運営訓練が実際に行われた
・最適化の検討を行うのは経済面での負担が大きい
・医師・看護師等の医療職等に対してに負担かかる

事前にシミュレーションモデルで
接種会場の人流を検討することにより、最適化を実現するのが適当

背景
職域集団ワクチン接種の研究について

職域集団ワクチン接種についての論文は16件しか発表されておらず、日本において2021年6月19日時点では発表されていない。また、現在発表されている論文の中で接種会場での「人流」「待ち時間」に着目している論文はない。

（CiNii Articlesで掲載されている論文より）

日本で初めての職域集団接種方法

◉先行研究が少ない
◉基礎データが少ない

職域集団ワクチン接種会場設定についての研究と検討が必要

目的と意義

- 職域集団ワクチン接種会場の調査を行い、基礎データを収集する

- 接種会場での円滑な接種を検討するために、職域集団ワクチン接種会場の調査結果を用いてシミュレーションモデルを作成し適切な作業人数や各工程の設置数、作業方法について分析・検討を行う

- 今後の集団接種会場での設置、運営にこれらの資料を用いることを目指す

方法

▶ **使用ソフト**

S⁴Simulation System Version4.3.0(NTTデータ数理システム)

▶ **調査対象**

武庫川女子大学で予防接種を受けた学生、職員延べ976人

▶ **調査期間**

2021年7月5日、2021年7月22日、2021年8月23日計3日間

①10:45～11:45（第1クール）　②12:15～13:15（第2クール）

③13:30～14:30（第3クール）　④15:00～16:00（第4クール）の4つの区分に分けて調査を行った。

▶ **調査方法**

接種会場の各窓口・ビデオカメラや観察者を配置し

被接種者の到着時刻、各窓口での所要時間、証明書交付での所要時間、

状態観察時間、作業員の配置、作業方法の特徴、発生した状況を記録

方法
職域ワクチン集団接種の人流調査項目

▶ **調査目的**

S⁴Simulation System Version4.3.0に設定するデータを手に入れるためワクチン接種の流れを「待ち時間」に着目して調査・分析を行う。

▶ **調査方法**

ビデオカメラ、観察者による目視によって作業時間の計測、作業員の観察、被接種者の観察を行い記録する。（図①、②、③参照）

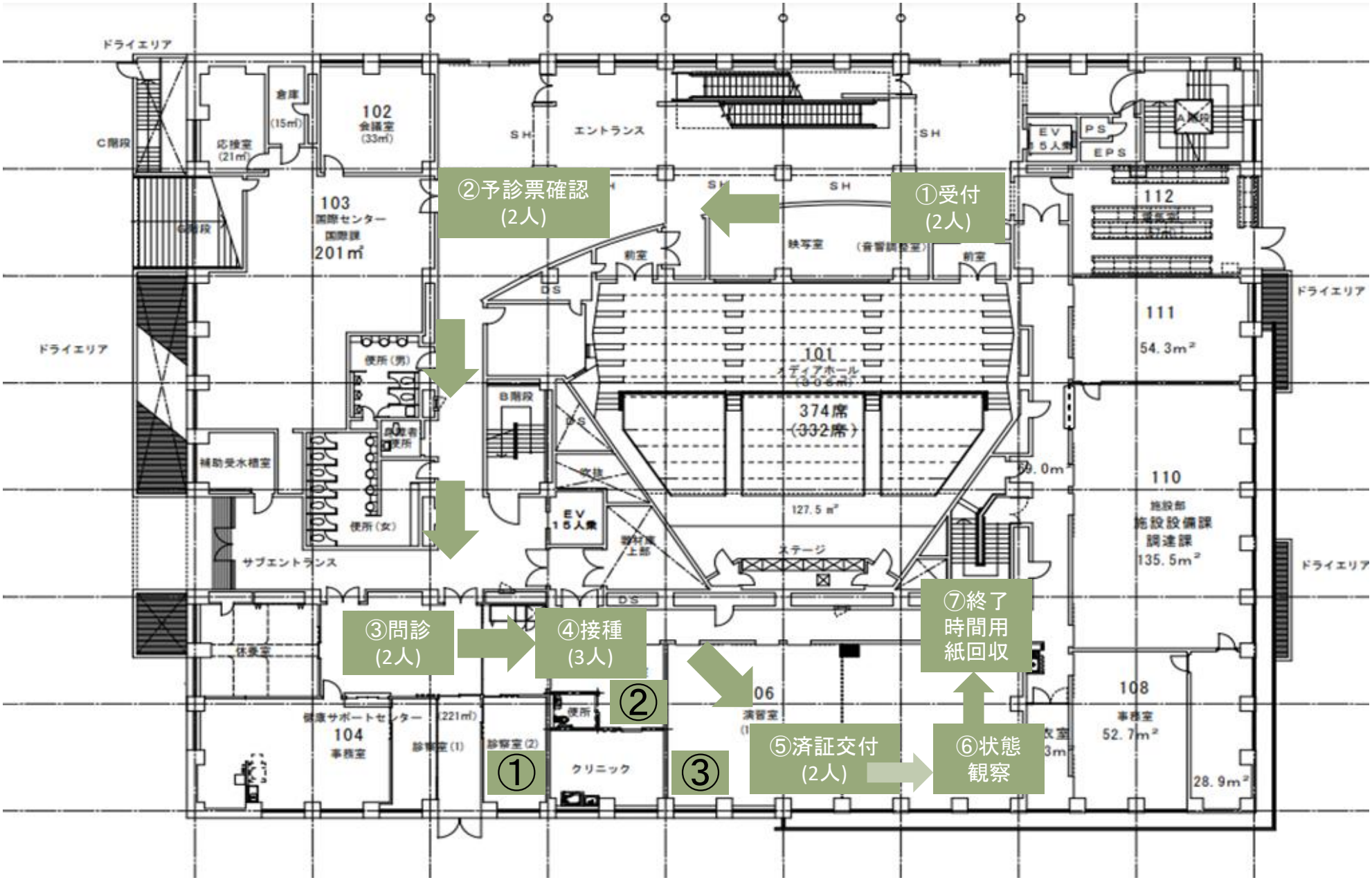
▶ **観察事項**

- 基本属性

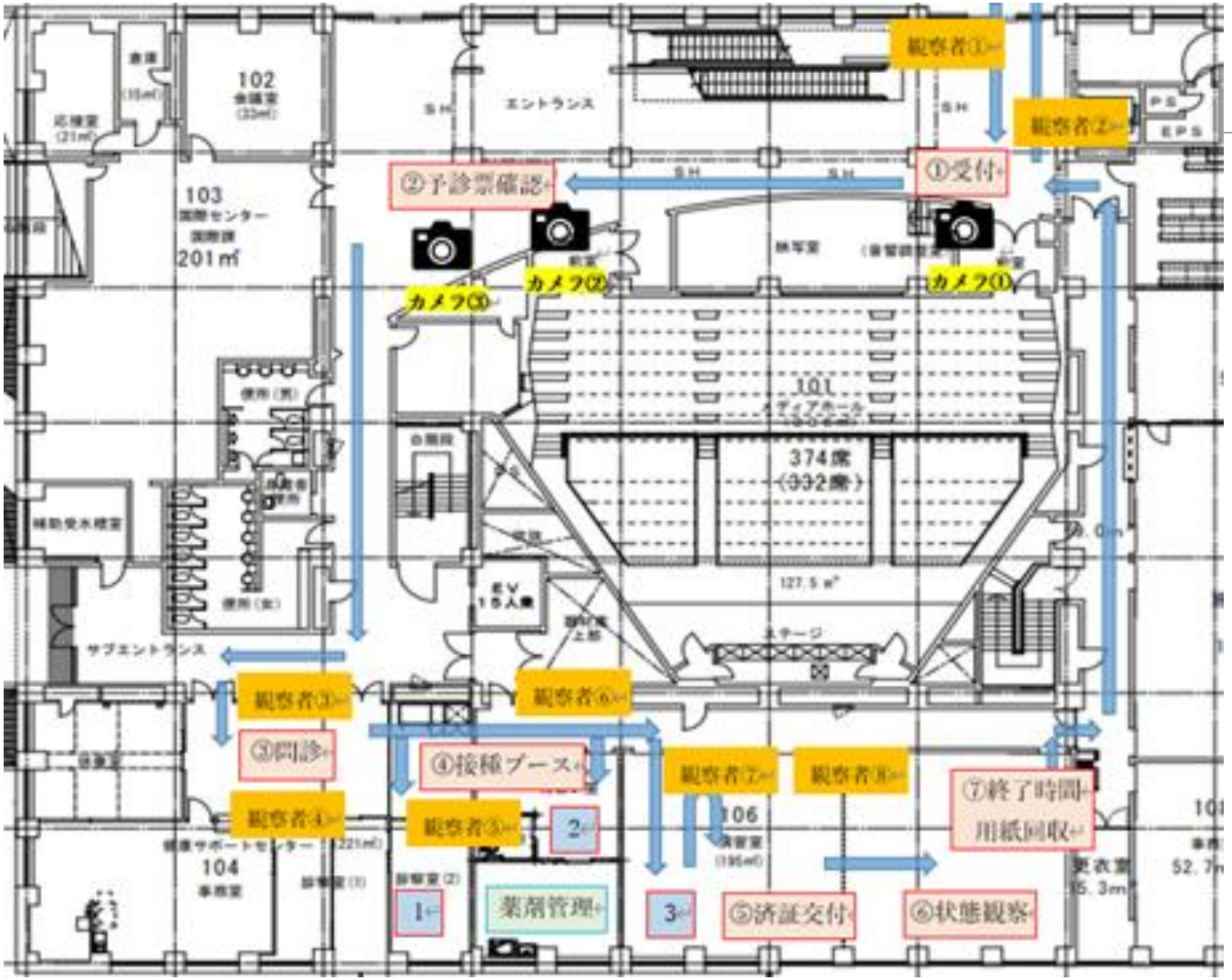
  ①性別　②教員学生身分

- 調査時刻

  ①受付到着時間　②受付所要時間　③予診票確認所要時間　④問診所要時間　⑤接種所要時間
  ⑥接種済証交付所要時間　⑦待機終了時間　⑧整理券配布時間　⑨待機場所での動き
  （※⑧⑨は2021年8月23日のみ）


①受付
(2人)
②予診票確認
(2人)
③問診
(2人)
④接種
(3人)
⑤済証交付
(2人)
⑥状態
観察
⑦終了
時間用
紙回収
①
②
③
ドライエリア
エントランス
SH
102
会議室
(33㎡)
倉庫
(15㎡)
応接室
(21㎡)
103
国際センター
国際課
201㎡
101
メディアホール
374席
(332席)
ステージ
127.5㎡
映写室
(音響調整室)
前室
DS
B階段
C階段
EV
15人乗
EV
5人乗
PS
EPS
112
111
54.3㎡
110
施設部
施設設備課
調達課
135.5㎡
108
事務室
52.7㎡
28.9㎡
使所(男)
使所(女)
障害者
使所
補助受水槽室
サブエントランス
休憩室
健康サポートセンター
104
事務室
(221㎡)
診察室(1)
診察室(2)
使所
クリニック
演習室
(1)

人流調査会場



①受付
観察者2人、カメラ1台

②予診票確認
カメラ2台

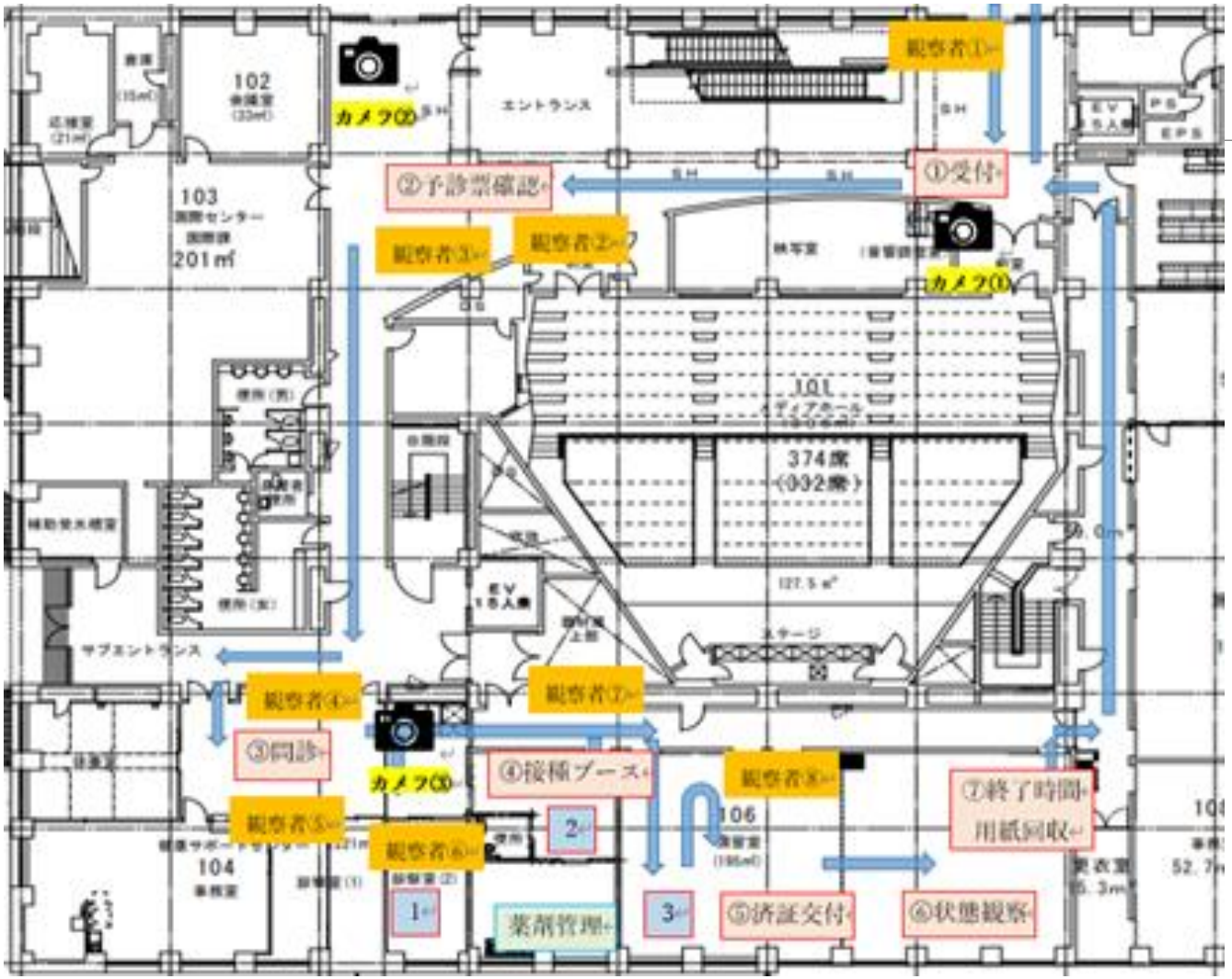
③問診
観察者2人

④接種（接種ブース1、2）
観察者2人

⑤済証交付
観察者2人

計　観察者８人、カメラ3台

図1　2021年7月5日　カメラと観察者位置



①受付
観察者1人、カメラ1台

②予診票確認
観察者2人、カメラ1台

③問診
観察者2人

④接種（接種ブース1、2）
観察者2人、カメラ1台

⑤済証交付
観察者1人

計　観察者８人、カメラ3台

図2　2021年7月22日　カメラと観察者位置

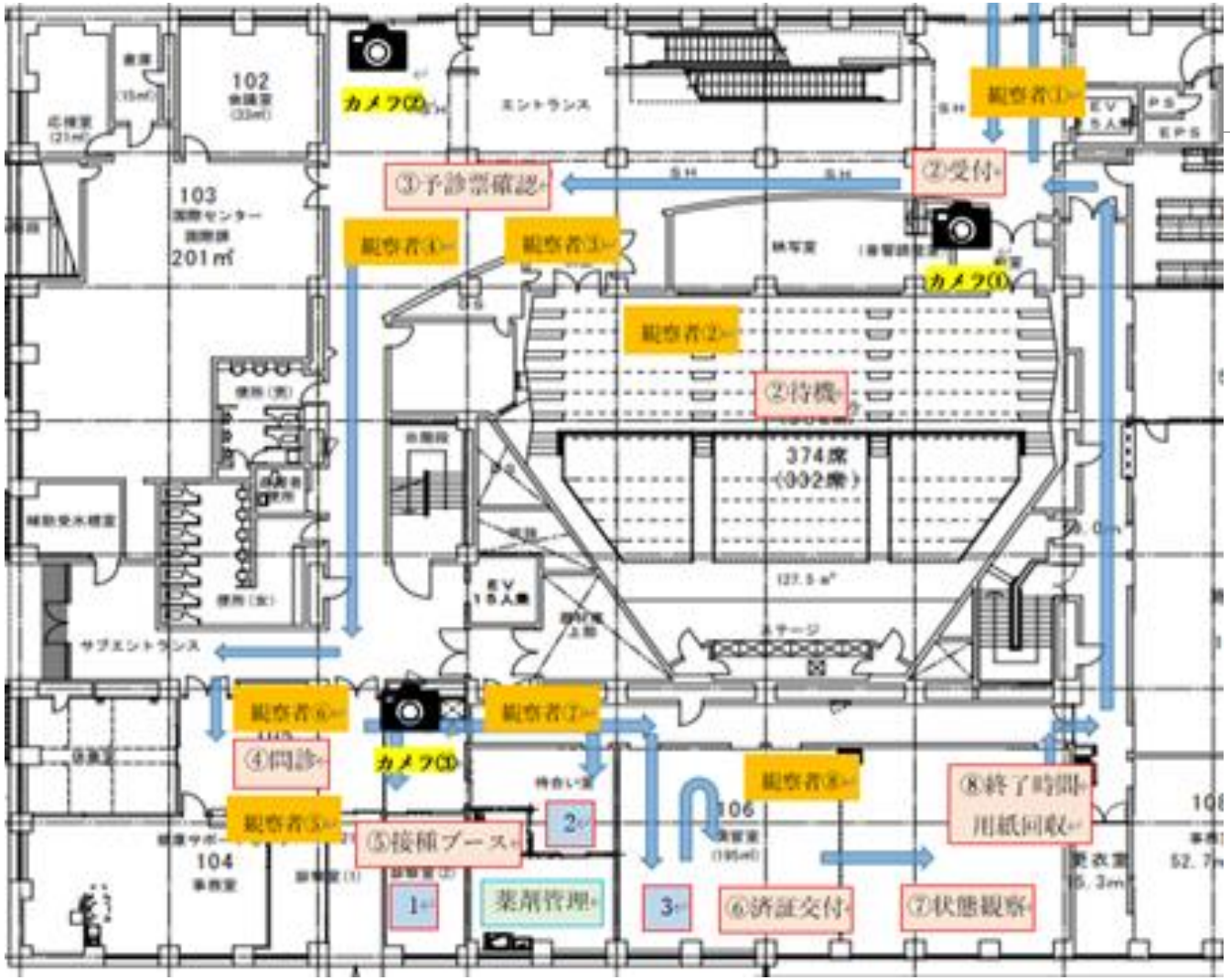


図3　2021年8月23日　カメラと観察者位置

①受付
観察者1人、カメラ1台

②待機
観察者1人

③予診票確認
観察者2人、カメラ1台

④問診
観察者2人

⑤接種（接種ブース1、2、3）
観察者1人、カメラ1台

⑥済証交付
観察者1人

計　観察者８人、カメラ3台

人流調査の結果

人流調査の全体像
総人数・特徴まとめ

	全体 n=総人数	第1クール10:45~) (n=人数)	第2クール(12:15~) (n=人数)	第3クール(13:30~) (n=人数)	第4クール(15:00~) (n=人数)
7月5日	n=286	n=55	n=79	n=74	n=78
7月22日	n=344	n=83	n=83	n=84	n=94
8月23日	n=346	n=86	n=82	n=85	n=93

	全体の特徴	第1クールの特徴	第2クールの特徴	第3クールの特徴	第4クールの特徴
7月5日	初回：問診の先生や接種の生徒も初めてだった。	初日・初回であったため接種では一人あたりの所有時間が長い傾向にあった。	被接種者の職員の人割が多かったため問診で質問や相談に時間がかかった。	交付に寄らず待機場所に行った人や接種をせずに交付へ来るなど順路間違いが多く見られた。	接種で2・3ブースのワクチン数がなくなり一時的にブース1のみでの接種となった。
7月22日	第一回目接種：自治体の接種証が届いた。予診票確認での混雑が多く見られた。	予診票確認の待ち行列が長くなった際にもう一人職員が応援にきて三人で対応をした。	自治体接種券の記入漏れが多発。記入台での対応が増える。	受付開始時刻よりもも早く被接種者を受付で通したので待ち時間が長くなった。	受付で開始時刻よりも早く到着した人を通したため混雑が起こった。
8月23日	第二回目接種：待機場所を作り受付に通す人数調整が可能になった。	接種券が届いた人が多くなり接種券忘れが増えた。	交付の配置が変更され、順路間違いをする人が減った。	予診票での記入漏れが多くある時は事務方が対応を行った。	2回目接種のため予診票で記入漏れをする人が減り予診票作業時間の平均が減った。

作業時間まとめ

	全作業時間					2021年7月5日					2021年7月22日					2021年8月23日				
総数	n=924	n=907	n=991	n=683	n=965	n=241	n=154	n=291	n=98	n=281	n=335	n=392	n=342	n=244	n=342	n=348	n=361	n=358	n=341	n=342
場所	受付	予診票	問診	接種	交付	受付	予診票	問診	接種	交付	受付	予診票	問診	接種	交付	受付	予診票	問診	接種	交付
最小値	2	8	14	18	0	5	21	14	62	7	2	8	20	50	0	7	9	15	18	8
中央値	16	35	44	78	22	18	40	45	90	25	14	35	48	74	20	17	35	27	73	21
最頻値	13	38	33	77	19	15	33	26	92	25	10	30	46	72	19	12	27	33	69	20
平均値（±SD）	21（±34）	40（±37）	55（±48）	83（±22）	24（±32）	21（±12）	48（±27）	60（±47）	98（±36）	27（±11）	18（±17）	41（±26）	59（±37）	79（±13）	34（±10）	23（±27）	39（±18）	23（±24）	77（±7）	22（±22）
最大値	162	260	335	358	103	100	153	327	358	103	141	240	335	289	86	162	179	108	244	85

①受付到着時間について

- ▶ 表1の結果から受付時間よりも10分前には並び始めている。
- ▶ 7月5日、7月22日では接種会場内の受付前から接種会場の外に待ち行列ができていた。表1より受付時間よりも、最大で30分前から並び始める人がいたことが原因であると考える。
- ▶ 8月23日では待機場所を設定したことにより待ち行列はなくなった。
- ▶ 表2の結果から受付開始時間までに概ね30人到着している。

表1．受付時間ー各クールで最初に到着した人の到着時間

	7月5日	7月22日	8月23日
第1クール(10:45~)	—	20分	19分
第2クール(12:15~)	15分	42分	25分
第3クール(13:30~)	28分	14分	37分
第4クール(15:00~)	30分	23分	24分

表2．受付時間まで到着した人数

	7月5日	7月22日	8月23日
第1クール(10:45~)	—	32人	31人
第2クール(12:15~)	30人	34人	33人
第3クール(13:30~)	34人	19人	31人
第4クール(15:00~)	37人	39人	36人

②受付について

図6（クール別　受付通過人数［5分間隔］）

②受付について

- 図6の結果から、7月22日では全クールで予約時間よりも前に受付を通過した人がいる。しかし、7月5日（第3クール以外）、8月23日では予約時間よりも前に受付を通過した人はいない。
- 7月22日では各クール前半に人が集まっていて、受付人数にムラがあるが8月23日では、ムラが少なく、5分間の通過人数が0人という状況が起こりにくい。
- 7月22日では受付での人数調整を行っていなかった。
- しかし、8月23日では番号札を配布し、人数調整を行っていた。

③予診票確認について

- 表3の結果から、7月22日では予診票確認で記入漏れがあった人や、書き直しがある人が再度並ぶ人数が合計90人いて他の調査日と比較しても7月5日に対して約10倍、8月23日に対して約8倍多いことが分かる。再度同じ列に並ぶ人が多かったため予診票確認前で混雑が起きたと考えられる。

表3．予診票確認　再度並んだ人数

	7月5日(n=192)	7月22日(n=392)	8月23日(n=361)
第1クール(10:45~)	0	11	7
第2クール(12:15~)	7	42	3
第3クール(13:30~)	1	28	0
第4クール(15:00~)	0	9	2
合計	8	90	12

※７月5日においてビデオカメラのバッテリー切れにより全員のデータを確認することはできでいない

③予診票確認について

- 問診表4の結果から7月22日は8月23日と比較すると[作業終了時間～次の作業終了時間]の間隔が短いことが分かる。最小値、中央値、最頻値、平均値、最大値どれも2倍近く8月23日の方が長い。

- 作業終了時間～次の作業終了時間の間隔が短いということは、問診に流れる人の数が多くなるということである。そのため7月22日は問診前で待ち行列ができていた。

- 「作業時間まとめ」の結果より、 予診票確認の作業時間は問診の作業時間よりも短いことが分かる。

表4．予診票確認［作業終了時間～次の作業終了時間の間隔

	7月22日	8月23日
総数	n=391	n=358
最小値	0	3
中央値	28	46
最頻値	13	42
平均	47	102
最大値	1879	2321

④問診について

表6．問診所要時間の比較

	平均値±標準偏差(秒)	差と95%CI(秒)	p値(Prob>F)
教員（97）	70.06±3.84	16.87±4.08 （8.85-24.89）	＜.0001
学生（731）	53.19±1.40		
女性（788）	54.43±1.36	15.35±6.17 （3.24-27.45）	0.013
男性（40）	69.78±6.12		
教員女性（58）	70.07±6.86	-0.68±10.82 （-22.17-20.80）	0.9497
教員男性（39）	70.38±8.37		

- 問診における性別と身分への差異を明らかにするため比較した。
- 教員と学生の平均問診時間を比較した結果、学生と比べ教員の平均問診時間が**16.87**秒長かった(p≤0.05）。
- 性別で比較した結果、女性と比べ男性の平均時間が15.35秒長かった（p≤0.05）。
- 男性教員と女性教員の平均問診時間に有意差がなかった。

⑤接種について

(7月5日・22日は接種ブース①②のデータのみ、8月23日は接種ブース①②③のデータ)

表7．接種所要時間の比較

	平均値±標準偏差(秒)	差と95%CI(秒)	p値(Prob>F)
教員(65)	96.61±41.46	14.64±3.67 (7.43-21.86)	0.0067
学生(719)	81.97±26.90		
女性(746)	82.23±27.36	19.63±4.71 (10.38-28.89)	0.0092
男性(38)	101.87±43.67		
教員女性(35)	93.11±36.27	7.57±9.48 (11.32-26.47)	0.4235
教員男性(38)	100.68±43.94		

- 接種における性別と身分への差異を明らかにするため比較した。
- 教員と学生の平均問診時間を比較した結果、学生と比べ教員の平均問診時間が**14.94**秒長かった($p \leq 0.05$)。
- 性別で比較した結果、女性と比べ男性の平均時間が19.63秒長かった($p \leq 0.05$)。
- 男性教員と女性教員の平均時間に有意差がなかった。

⑥滞在時間について

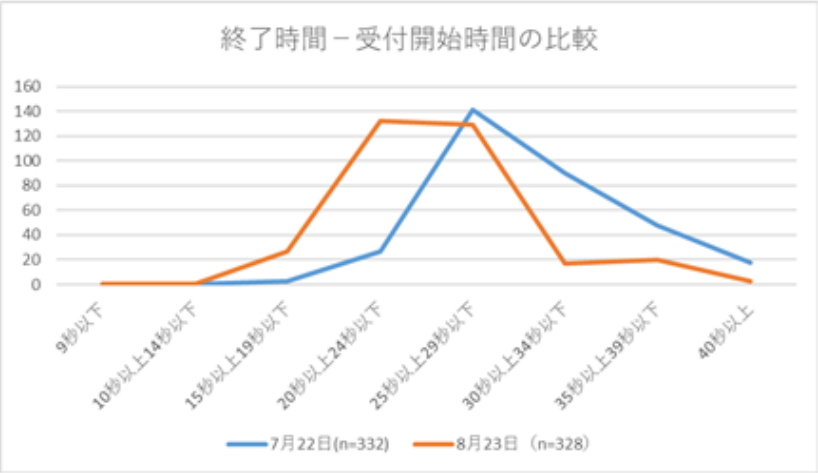


図４（終了時刻－受付開始時間の比較）

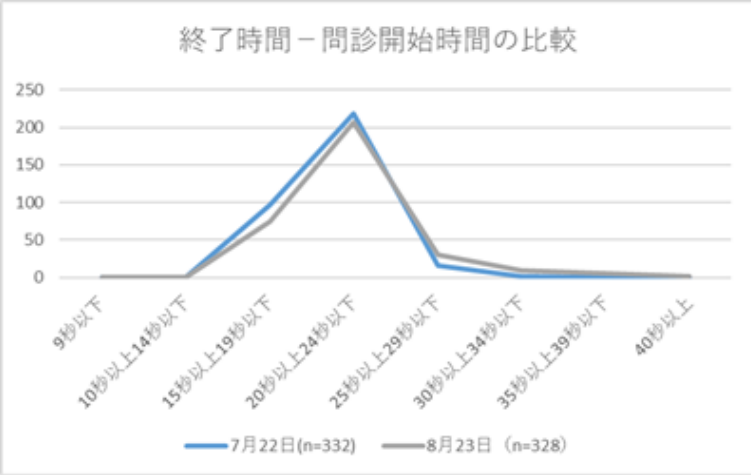


図５（終了時刻－問診開始時間の比較）

図4、図5の結果より、7月22日と8月23日では[終了時間－受付開始時間]に差があることが分かる。しかし、図5の結果より、7月22日と8月23日を比較して[終了時間－問診開始時間]に差がないことが分かる。よって、問診前の受付・予診票確認のプロセスが接種終了までの時間に影響を及ぼしていることが分かる。

考察・課題

①予約時間の前に接種者が到着したことで各クールの最初に人が多く流れる。

→来場する人数を調整するために予約時間枠の変更を検討する必要がある。

②7月22日の予診票確認前での混雑は、再度予診票確認並ぶ人が多数いたことが原因の一つである。また、問診前で混雑が起きたのは予診票と問診の作業時間の差、[作業終了時間～次の作業終了時間]の間隔が短いことによって問診に流れる人数が多くなったことが関係している。混雑が起こらなかった8月23日と比較して、異なるポイントは待機場所の設定・番号札を配布し受付の人数調整を行っていたことである。

→予診票前・問診前の混雑を防ぐためには待機場所を設定し、受付での人数調整が必要であると考える。

③受付・予診票確認の前半工程が接種終了までの時間に影響を及ぼしている。

→前半工程に限定して検討する必要がある。

→各工程の同時利用数を増やすことで解消できる可能性がある。

④今回の規模（1クール＝1時間・90人）での**最適化を検討**する必要も見えた。

⑤問診・接種では、教員と学生、男性と女性の間に所要時間の有意差が見られた。

→しかし、今回の調査は女子大で行い、男性のサンプルが少ないため、今後、更なる検討が必要がある。

今回検討すること

- まず、ワクチン接種会場について基本モデル設定する。

  →基本モデルと実際のデータとの比較

- 考察の①②③に対応して、次に以下のパラメーターの変更をした場合について検討する。

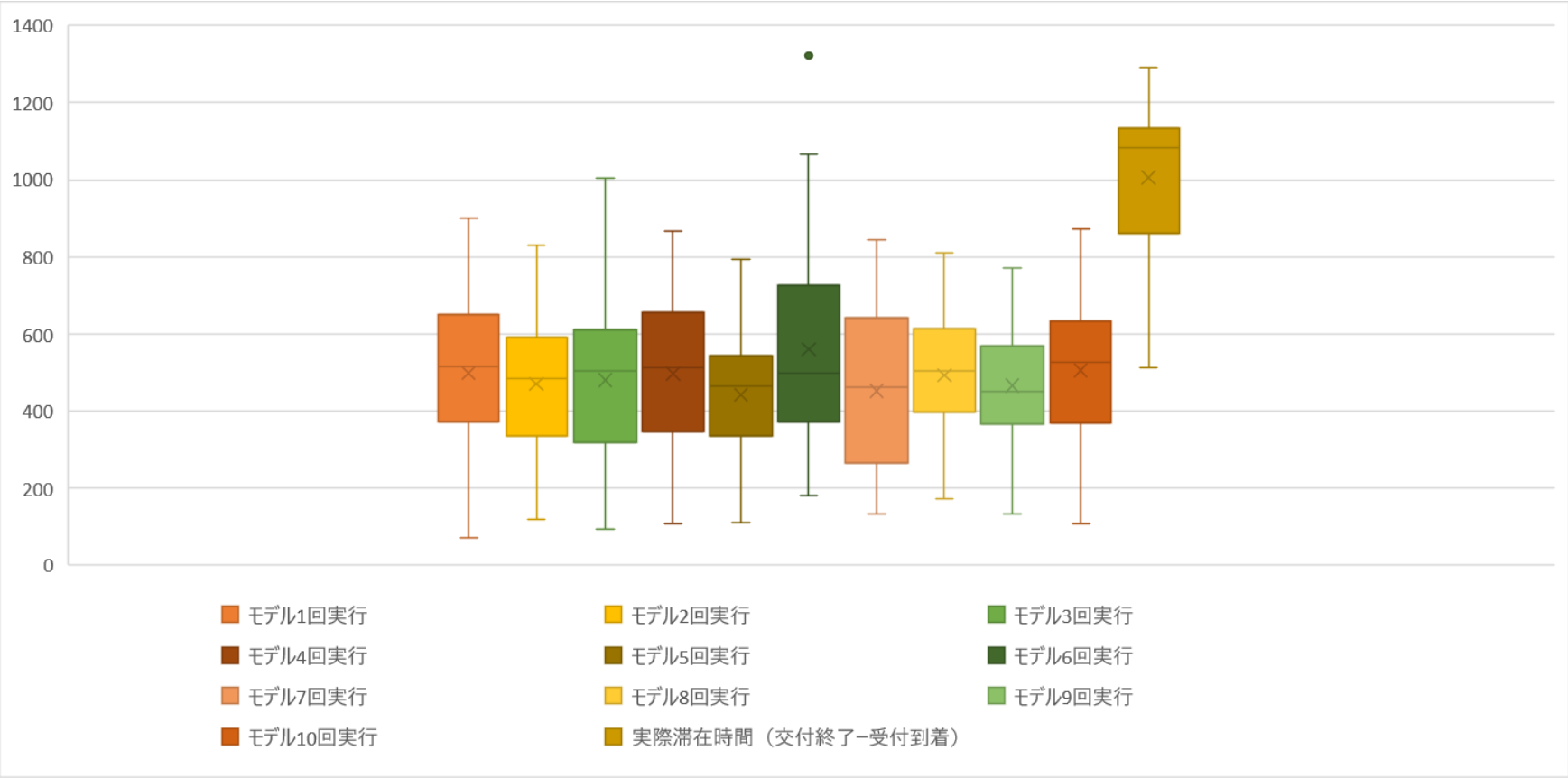
→予約時間枠を増やした場合（5分、10分、15分、20分、30分）

→各工程の同時利用数を増加した場合（受付、予診票、問診、接種、済証交付）

→接種者が受付を通る人数を調整した場合

- 考察の④に対応して最適化を行う

シミュレーションモデルおよび実際との到着～交付終了までの滞在時間比較



滞在時間を比較した結果、本シミュレーションモデルの滞在時間が実際の滞在時間より短い。

その原因は実際のデータのサンプル数が少ないことが考えられる。そのため、誤差が生じている。

基本モデル設定

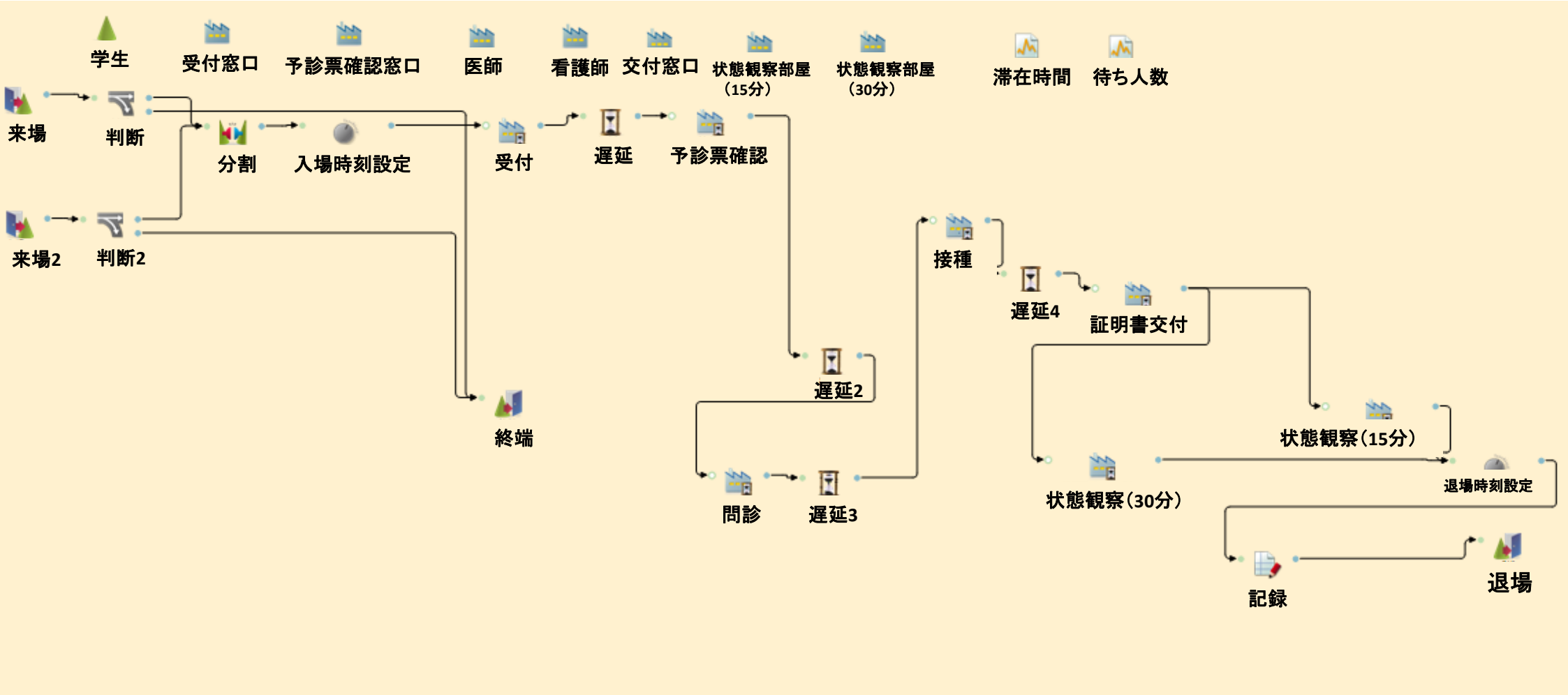
►2021年7月5日、2021年7月22日、2021年8月23日の計3日間において、武庫川女子大学新型コロナワクチン職域接種会場で予防接種を受けた学生、職員3日間延べ976人を対象とした調査のデータを元にモデル設定を行う

►1クール(60分・90人)の設定でモデルを作成する

►パラメータの設定

到着時間時間の分布	対数正規分布（3.06ｓ±0.06）
受付/予診票確認/証明書交付に掛かる時間	指数分布（21.27ｓ、38.82ｓ、22.39ｓ）
問診に掛かる時間/接種に掛かる時間	指数分布（41.39ｓ、78.33ｓ）
受付（事務員）数	同時利用量（1人）
予診票確認/問診（医師）数	同時利用量（各2人）
接種（看護師）数	同時利用量（3人）
状態観察に掛かる時間	固定（15分・30分）
シミュレーション時間指定	指定なし(人数優先モデル、全人数が接種終わりまで)
指定人数設定	90人（1クールのモデル）
反復試行回数	10回

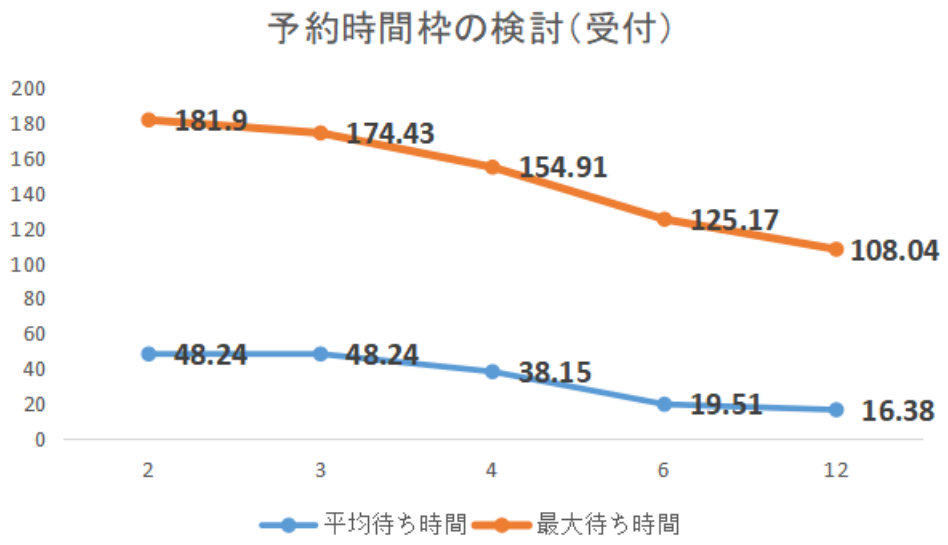
武庫川女子大学ワクチン接種会場の流れ
離散シミュレーションモデル （S⁴での表現）



シミュレーション結果

予約時間枠についての検討

予約時間枠を変更した場合（受付）



			受付（秒）	
枠の数	枠の時間	人数/枠	平均待ち時間	最大待ち時間
2	30	45	48.24	181.90
3	20	30	36.90	174.43
4	15	22.5	38.15	154.91
6	10	15	19.51	125.17
12	5	7.5	16.38	108.04

▶ モデル設定

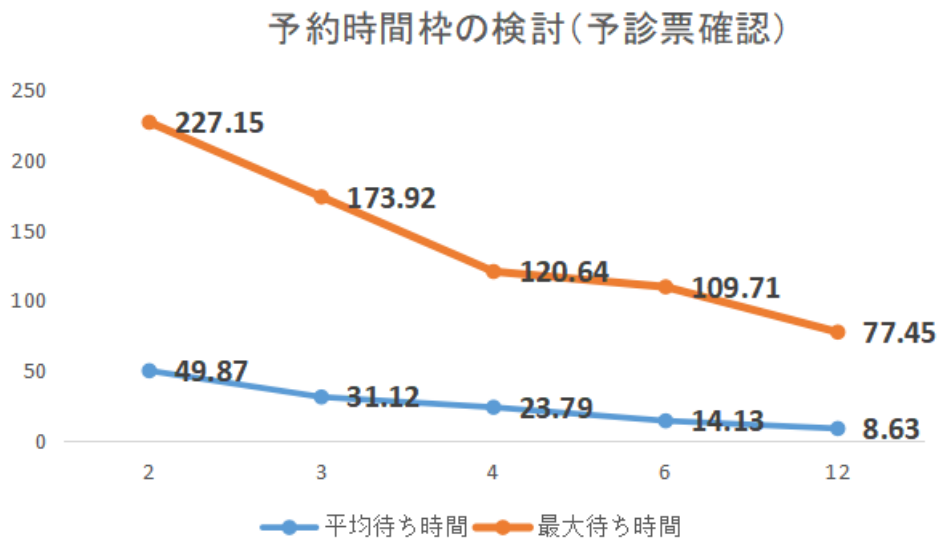
予約時間枠を2～12枠の範囲で設定し、繰り返し試行（60分を分割）

▶ 結果

・平均待ち時間・最大待ち時間ともに、2枠と比較すると枠数を増加させることで待ち時間が減少している。

・大きく変化したのが、2枠から6枠に変更した場合である。平均待ち時間の減少幅は、59．56%、
最大待ち時間の減少幅は、31.19%であった。

予約時間枠を変更した場合（予診票確認）



			予診票確認（秒）	
枠の数	枠の時間	人数/枠	平均待ち時間	最大待ち時間
2	30	45	49.87	227.15
3	20	30	31.12	173.92
4	15	22.5	23.79	120.64
6	10	15	14.13	109.71
12	5	7.5	8.63	77.45

▶ モデル設定

予約時間枠を2～12枠の範囲で設定し、繰り返し試行（60分を分割）

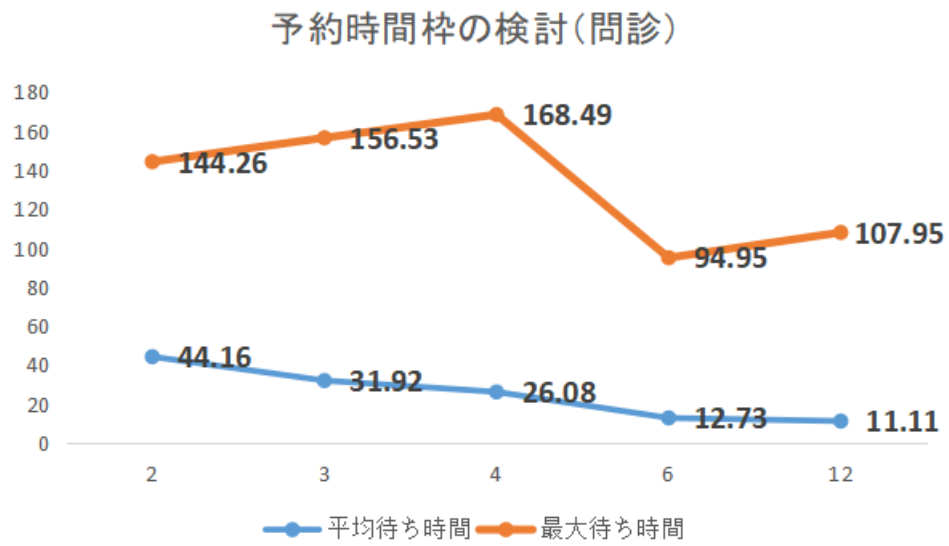
▶ 結果

・平均待ち時間、最大待ち時間ともに待ち時間が減少傾向である。

・2枠から4枠にした場合に大きく差がうまれている。平均待ち時間の減少幅は、52.30%である。また、最大待ち時間の減少幅は、46.89%である。

・受付、問診に比べて最大待ち時間の減少幅が大きかった。

予約時間枠を変更した場合（問診）



			問診（秒）	
枠の数	枠の時間	人数/枠	平均待ち時間	最大待ち時間
2	30	45	44.16	144.26
3	20	30	31.92	156.53
4	15	22.5	26.08	168.49
6	10	15	12.73	94.95
12	5	7.5	11.11	107.95

▶ モデル設定

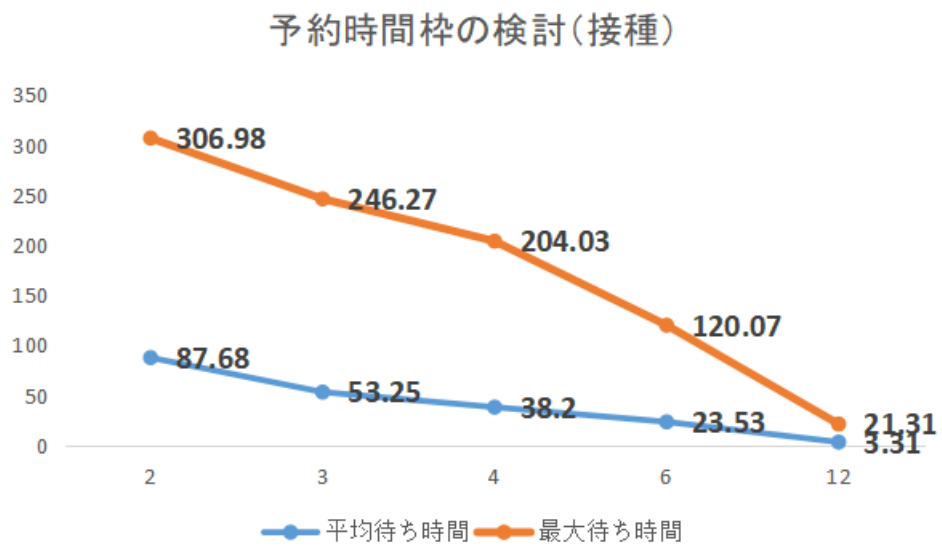
・予約時間枠を2～12枠の範囲で設定し、繰り返し試行（60分を分割）

▶ 結果

・平均待ち時間は、減少している。2枠から3枠に変更した場合、減少幅は27.72%。2枠から2倍の4枠に変更した場合、減少幅は39.31%。

・最大待ち時間は、2枠から4枠までで増加している。また、4枠から6枠に変更した場合大きく待ち時間が減少している。減少幅は43.65%である。

予約時間枠を変更した場合（接種）



			接種（秒）	
枠の数	枠の時間	人数/枠	平均待ち時間	最大待ち時間
2	30	45	87.68	306.98
3	20	30	53.25	246.27
4	15	22.5	38.20	204.03
6	10	15	23.53	120.07
12	5	7.5	3.31	21.31

▶ モデル設定

予約時間枠を2～12枠の範囲で設定し、繰り返し試行（60分を分割）

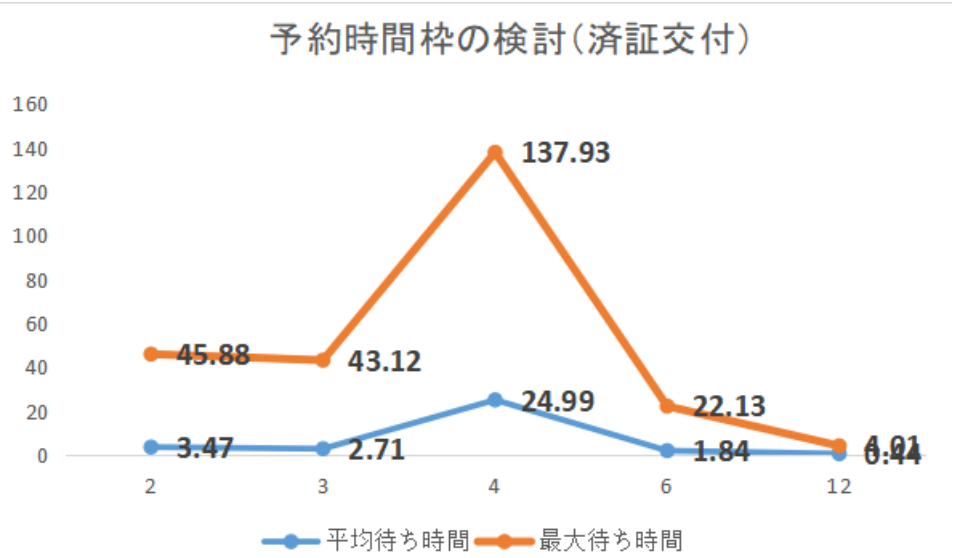
▶ 結果

・平均待ち時間・最大待ち時間ともに、2枠と比較すると枠数を増加させることで待ち時間が減少している。

・平均待ち時間の減少幅がそれぞれ39.27%、56.43%、73.16%、96.22%

・2枠から6枠に変更した場合に、平均待ち時間が50%以上減少した。

予約時間枠を変更した場合（済証交付）



			済証交付（秒）	
枠の数	枠の時間	人数/枠	平均待ち時間	最大待ち時間
2	30	45	3.47	45.88
3	20	30	2.71	43.12
4	15	22.5	24.99	137.93
6	10	15	1.84	22.13
12	5	7.5	0.44	4.01

▶ モデル設定

予約時間枠を2～12枠の範囲で設定し、繰り返し試行（60分を分割）

▶ 結果

・平均待ち時間・最大待ち時間ともに、4枠以外に、枠数を増加させることで待ち時間が減少している。

・3、6、12枠の平均待ち時間の減少幅がそれぞれ21.90%、46.97%、87.32%。4枠の平均待ち時間の増加幅が86.11%。

結果Ⅰ

- 問診では、平均待ち時間、最大待ち時間から分かるように、6枠から12枠への変更はあまり意味がなかった。
- 済証交付以外の工程では、予約時間枠を短く設定するほど平均待ち時間・最大待ち時間が減少傾向である。特に4枠か6枠間に短く設定する場合、減少幅が大きく変化する（減少幅が50%以上になる）。
- 済証交付工程では、4枠に設定する場合、待ち時間が急増していた。

各工程の同時利用数についての検討

受付工程の同時利用数を増やした場合

- モデル設定

受付の同時利用数を1個→2個、3個の通りに変更。

	変更なし（1個）		同時利用数（2個）		同時利用数（3個）	
工程名	平均待ち時間	最大待ち時間	平均待ち時間	最大待ち時間	平均待ち時間	最大待ち時間
受付	48.24	181.90	1.33	34.83	0.13	1.11
予診票確認	49.87	227.15	34.53	124.55 ⇩	46.95	173.98 ⇩
問診	44.16	144.26	55.62	220.81	55.54	211.94
接種	87.68	306.98	77.38	260.66	86.05	322.70 ⇧
済証交付	3.47	45.88	4.28	52.20	3.51	47.43

- 受付の同時利用数を2個にすると、予診票確認の待ち時間の減少に繋がった。予診票確認以外の待ち時間が変更なしと比較するとほぼ同じ。
- 受付の同時利用数を3個にすると、接種での待ち時間が26.50%増加している。

予診票確認工程の同時利用数を増やした場合

▶ モデル設定

予診票確認の同時利用数を2個→3個、4個

	変更なし（2個）		同時利用数（3個）		同時利用数（4個）	
工程名	平均待ち時間	最大待ち時間	平均待ち時間	最大待ち時間	平均待ち時間	最大待ち時間
受付	48.24	181.90	48.18	160.76	52.81	185.70
予診票確認	49.87	227.15	3.38	46.82 ⇩	1.81	37.59 ⇩
問診	44.16	144.26	43.31	162.78	49.76	193.44
接種	87.68	306.98	82.11	298.34	105.34	357.10 ⇧
済証交付	3.47	45.88	4.38	48.21	2.76	37.45

▶ 予診票確認の同時利用数を3個にすると、予診票確認の待ち時間の減少に繋がった。
予診票確認以外の待ち時間が変更なしと比較するとほぼ同じ。

▶ 予診票確認の同時利用数を4個にすると、接種での待ち時間が26.50%増加している。

問診工程の同時利用数を増やした場合

▶ モデル設定

問診の同時利用数を2個→3個、4個

	変更なし（2個）		同時利用数（3個）		同時利用数（4個）	
工程名	平均待ち時間	最大待ち時間	平均待ち時間	最大待ち時間	平均待ち時間	最大待ち時間
受付	48.24	181.90	48.38	161.35	52.91	180.28
予診票確認	49.87	227.15	34.19	160.92 ⇩	35.04	153.39 ⇩
問診	44.16	144.26	8.46	80.16 ⇩	0.59	17.45 ⇩
接種	87.68	306.98	99.59	361.44 ⇧	97.22	306.19 ⇧
済証交付	3.47	45.88	2.96	42.94	3.21	48.56

▶ 問診の同時利用数を3個・4個にすると、予診票確認・問診の待ち時間の減少に繋がった、減少幅がそれぞれ約31%、80%。接種は約14%増加した。

▶ 問診の同時利用数を増やす場合、接種の待ち時間の増加のみに影響がある。

接種工程の同時利用数を増やした場合

▶ モデル設定

接種の同時利用数を3個→4個、5個

	変更なし（3個）		同時利用数（4個）		同時利用数（5個）	
工程名	平均待ち時間	最大待ち時間	平均待ち時間	最大待ち時間	平均待ち時間	最大待ち時間
受付	48.24	181.90	44.67	179.61	43.61	156.04
予診票確認	49.87	227.15	43.25	162.70	47.71	182.57
問診	44.16	144.26	36.02	163.46 ⇩	39.51	167.49 ⇩
接種	87.68	306.98	20.15	143.21 ⇩	2.37	45.93 ⇩
済証交付	3.47	45.88	3.91	46.03	2.85	41.16

▶ 接種の同時利用数を4個・5個にすると、問診の待ち時間が約18%減少した。
接種の待ち時間が77.02%、91.31%減少した。

結果Ⅱ

- 受付の同時利用数を変更することにより、受付・予診票確認・接種の三つ工程の待ち時間を減少することができる。受付を通る人数が増やすと、問診の待ち人数が増やすことが起こりやすい。
- 予診票確認の同時利用数が3個の場合、予診票確認の最大待ち時間を減少することができる。4個にすると、接種での待ち時間が増加する。
- 問診の同時利用数の増加が予診票確認の待ち時間の減少と接種の待ち時間の増加に影響を与えている。

接種者の人流調節の検討

一定の間隔で案内した場合

▶ モデル設定

予約枠を2枠とし1回の生成時間を5分に設定。待機場所はあるものとする。（武庫川女子大学新型コロナワクチン職域接種会場で収集した調査のデータより）

		変更なし	5分間隔 10人	5分間隔 15人	5分間隔 20人
予診票	平均待ち時間（秒）	49.87	21.35 ↓	40.13	54.10
	最大待ち時間（秒）	227.15	134.82 ↓	166.51	197.35
問診	平均待ち時間（秒）	44.10	22.26 ↓	47.34	61.20
	最大待ち時間（秒）	144.24	138.15 ↓	202.67	220.59

結果Ⅲ

- 5分間隔に対して一回の生成人数を増加させると比例して待ち時間も増える。1分当たりの人数が少ない方が待ち時間が少ない。
- 変更なしと比較して、平均値が予診票は、57.19%・問診49. 52%減少している。最大待ち時間においても予診票で40.65%・問診で4.22%減少している。よって、一定の間隔で案内した方が待ち時間が少なくなる。

最適化の検討

最適化の検討

▶1時間90人という規模の会場での最適化について提案する。

▶予約枠の検討より2枠から4枠へ予約枠を2倍にしたことで待ち時間が減少した。そのため、15分間隔での検討を行う。

▶ 結果

	受付		予診票		問診		接種		交付	
変更点	平均待ち時間	最大待ち時間	平均待ち時間	最大待ち時間	平均待ち時間	最大待ち時間	平均待ち時間	最大待ち時間	平均待ち時間	最大待ち時間
2枠 変更なし	48.24	181.9	49.87	227.15	44.16	144.26	87.68	306.98	3.47	45.88
4枠 1回の生成数＝1	38.15	154.91	23.79	120.64	26.08	168.49	38.20	204.03	21.99	137.93
4枠 1回の生成数＝10	213.70	513.66	37.30	173.77	29.39	163.82	40.26	229.82	29.73	164.19
4枠 生成時間＝固定5分 一回の生成数＝10 受付利用数＝2 交付利用数＝2	34.17	129.20	34.07	129.20	20.38	138.54	28.42	175.92	1.18	35.93

最適化の検討

▶予約枠を2枠から4枠に増やすと、交付以外で平均待ち時間が減少している。

▶1回の生成数を1人から10人に変更すると、受付の待ち時間が82.14%も増加した。

▶受付前がボトルネックになっているため、同時利用数を1個から2個に増やし、生成時間を5分間隔で1回の生成数を10人に設定。また、交付の待ち時間を解消するために同時利用数を1個から2個に増やした。それによって、受付前の待ち時間が大幅に減少した。また、その他の工程でも待ち時間が減少した。

予約枠を15分間隔で4枠
受付・交付の同時利用数を2個に変更
受付案内間隔を5分に10人ずつ案内

↓

1時間90人という規模での最適化

考察

考察

I. 予約枠を増加することによって、待ち時間が減少したが一方で増加する工程もある。それを解決するために同時利用数を増やすなどの対策を同時に考える必要がある。

II. 同時利用数を増やすと、増やした工程は待ち時間が減るがその後の工程や前の工程では待ち時間が増える場合もある。職域集団ワクチン接種のように多くの工程がある場合は前後の工程の同時利用数も重要になってくることが分かった。

III. 接種者を受付に一定間隔で案内することによって、その後の予診票確認・問診での待ち時間は減少した。案内する時間と人数の間隔は実際の接種者の人数によって検討するべきである。

研究の限界・今後の展開

- 今回は、武庫川女子大学新型コロナワクチン職域接種会場での調査のデータをもとに課題を設定していた検討内容に限りがある。また、女子大であった為、圧倒的に女性のデータの方が多い。そのため、男女差が比較できなかった。今後の研究では、他の職域集団ワクチン接種での課題への検討や男女を比較するモデルを考える必要がある。

- それに加えて、年齢別でのモデルを検討をする必要があると考える。

まとめ

▶S^4 Simulation Systemを用いることで職域集団ワクチン接種における待ち行列モデルを構築することができ、またシミュレーションによって職域集団ワクチン接種会場設定について様々な検討を行うことができた。

▶職域集団ワクチン接種は未だ研究が少なく、今回の調査では対象が武庫川女子大学のみだったため基礎データが少なかった。したがって今後も研究を続け、より多くのデータを用いてシミュレーションする必要があると考える。

参考文献

▶厚生労働省　新型コロナウイルス感染症に係る予防接種の実施に関する職域接種（第向け4.1手引き版）令和3年10月25日

▶市町村のための新型インフルエンザ等住民接種に関する集団的予防接種のための手引き（暫定版）2014年3月11日

▶新型コロナウイルスワクチン接種会場運営訓練報告書　川崎市　令和3年2月（編集　川崎市健康福祉局保健所感染症対策課）