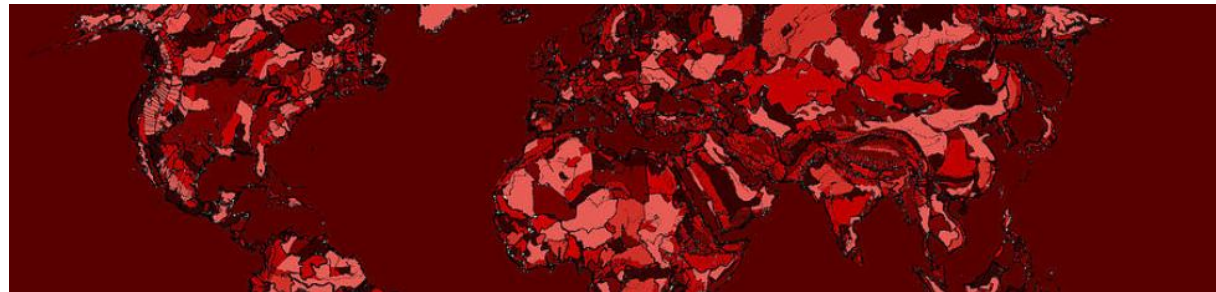


혈액 보유량은 어떻게 유지되는가

Donggyu Kim

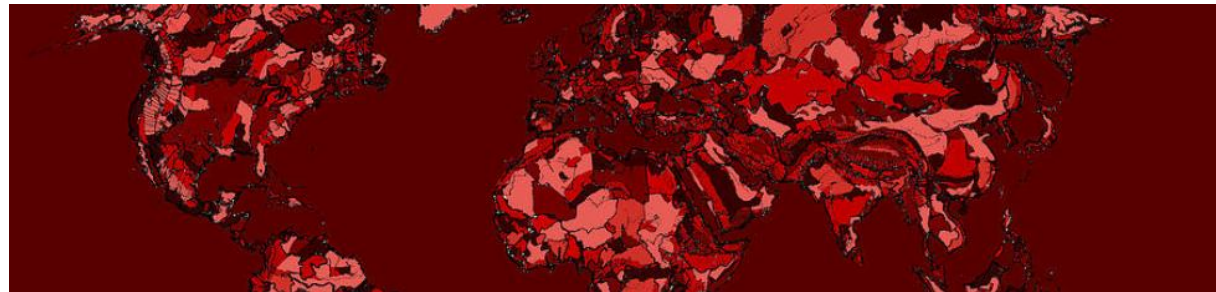
18/05/2024

Swiss Institute of
Artificial Intelligence



Intro

Swiss Institute of
Artificial Intelligence



Intro

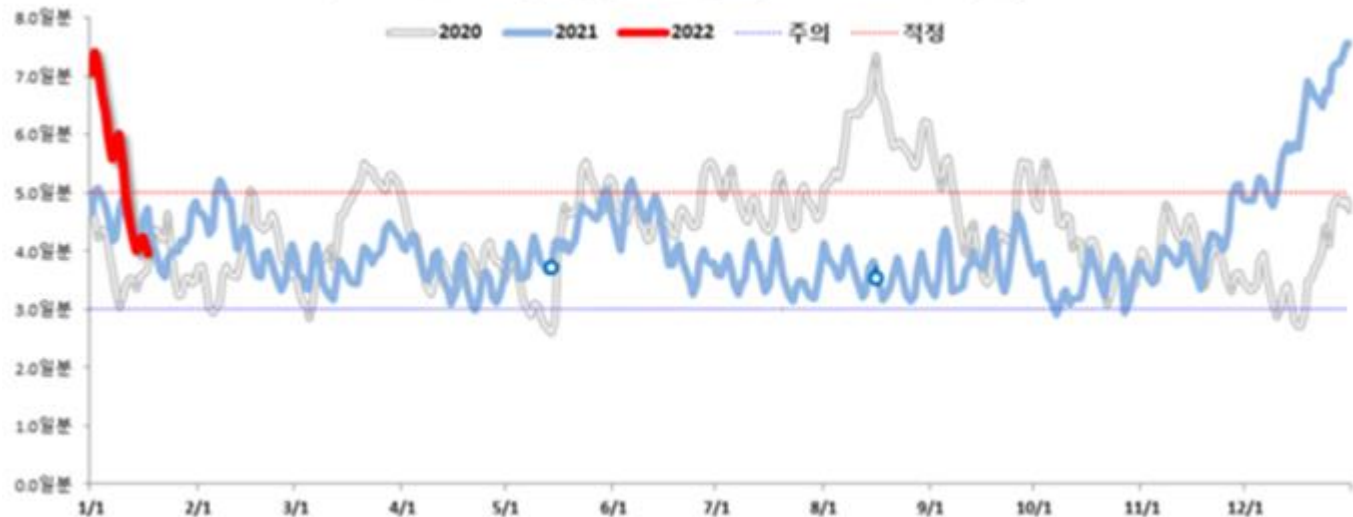
- 혈액관리법

■ 대한민국에서 “혈액 보유량”은 혈액관리법에 의해 항상 적정량을 유지한다.

✓ 혈액수급위기단계

구분	판 단 기 준	비 고
● 관심(Blue)	- 혈액수급 부족 징후, 적혈구제제 5일분 미만	징후감시 활동
● 주의(Yellow)	- 혈액수급 부분적 부족, 적혈구제제 3일분 미만	협조체제 가동
● 경계(Orange)	- 혈액수급 부족 지속, 적혈구제제 2일분 미만	대비계획 점검
● 심각(Red)	- 혈액수급 부족 규모 확대, 적혈구제제 1일분 미만	즉각 대응태세 돌입

<최근 3년 보유일수 현황 (2022.1.18.기준)>



Intro

- 혈액관리기본계획

- “혈액 보유량”은 “헌혈자 수”, “혈액 사용량”에 의해 결정된다.
- 매뉴얼에 따르면 “혈액 보유량”이 줄어든 경우 “혈액 사용량”을 감소시키며 “혈액 보유량”이 과다할 경우 “헌혈자 수”를 감소시킨다.

“보유량” -> “사용량”

□ (위기 대응) 혈액 부족 시 정부와 혈액원이 혈액 확보를 위한 활동을
‘혈액공급 위기대응 매뉴얼’로 정해 운영

□ 혈액 수급 위기단계 별 의료기관의 임무

구분	의료기관의 임무
주의(yellow)	· 임상적 필요에 근거한 수혈 우선 순위 결정 등
경계(orange)	· 단계별 혈액 재고량, 혈액 사용량 결정 · 임상적 필요에 근거한 수혈 우선 순위 결정 등
심각(red)	• 이전 단계 활동 지속 및 강화 • 모든 수혈 요청에 대해 평소보다 엄격히 검토 후 출고 • 모든 상황에서 수혈 이외의 대안 고려 등

“사용량” -> “헌혈자 수”

혈소판 채혈 중단 안내

중단일시: 2024.02.23.(금)~2024.02.25.(일)

현재 전공의 파업으로 환자 퇴원 및 수술 연기로 혈액 사용이 감소되어, 유효기간이 짧은 혈소판이 폐기될 우려가 있어 양해의 말씀을 드립니다.
2024.02.25.(일)까지 혈소판 헌혈이 일시적으로 중단되며 다른 헌혈 종류로 참여 부탁드립니다.

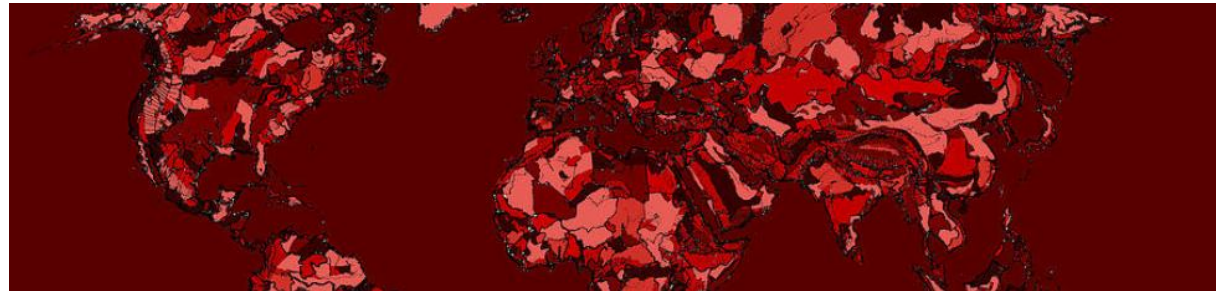
Intro

- Purpose

- 앞서 설명한 혈액관리기본계획에 의한 대응이 실제로 동작하는지 확인한다.
- "혈액 사용량", "헌혈자 수", "혈액 보유량"간 관계를 통해 "혈액 보유량"이 유지되는 구조를 파악한다.
- 정확한 관계 파악을 위해 도메인 지식상 데이터들에 영향을 주는 요소들을 통제한후 분석을 수행한다.

Domain

Swiss Institute of
Artificial Intelligence



Domain

- 요일/휴일

■ 헌혈의 집은 센터별로 다른 운영 시간을 갖는다.

헌혈의집 서울역센터

- 소속 : 서울중앙
- 운영여부 : 운영
- 운영시간
 - 평일 : 09:00-18:00 (준비시간 : 09:00-09:20/채혈을 위한 장비 세팅 및 채혈전 준비시간)(점심시간 13:00-14:00)
 - 토요일 : 10:00-18:00 (준비시간 : 10:00-10:20/채혈을 위한 장비 세팅 및 채혈전 준비시간)(점심시간 13:00-14:00)
 - 일요일 : 휴무
 - 공휴일 : 휴무

헌혈의집 대학로센터

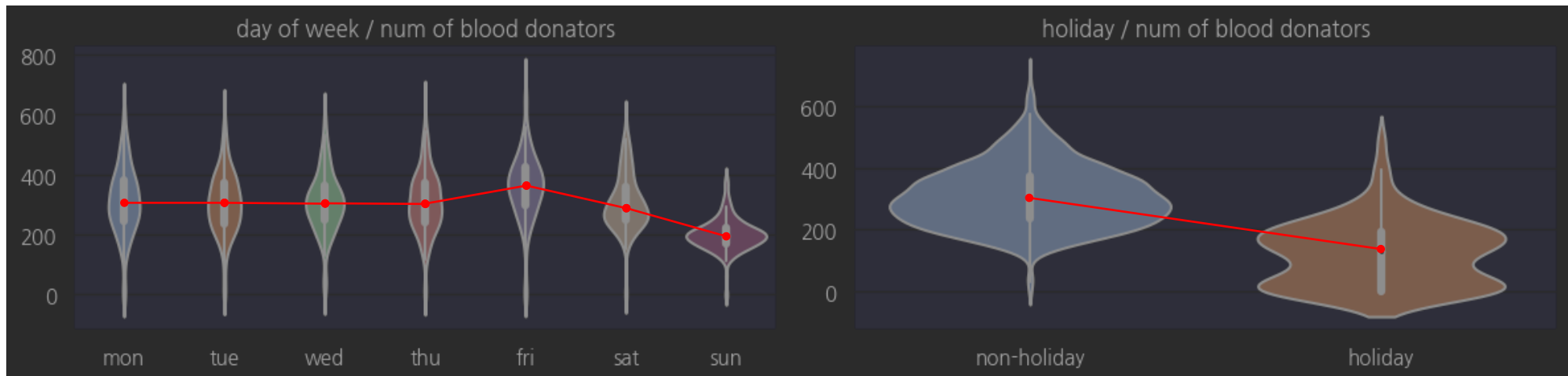
- 소속 : 서울동부
- 운영여부 : 운영
- 운영시간
 - 평일 : 10:00~19:00(준비시간 : 10:00-10:20/채혈을 위한 장비 세팅 및 준비시간)
 - 토요일 : 10:00-18:00(준비시간 : 10:00-10:20)
 - 일요일 : 10:00-18:00(준비시간 : 10:00-10:20)
 - 공휴일 : 10:00-18:00(준비시간 : 10:00-10:20)

Domain

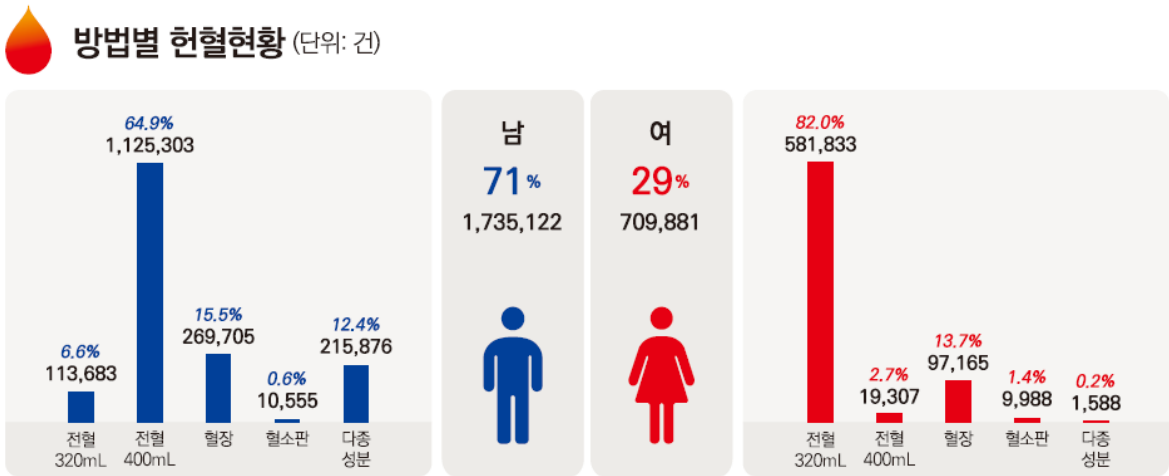
- 요일/휴일

■ 요일/휴일간 분포 비교

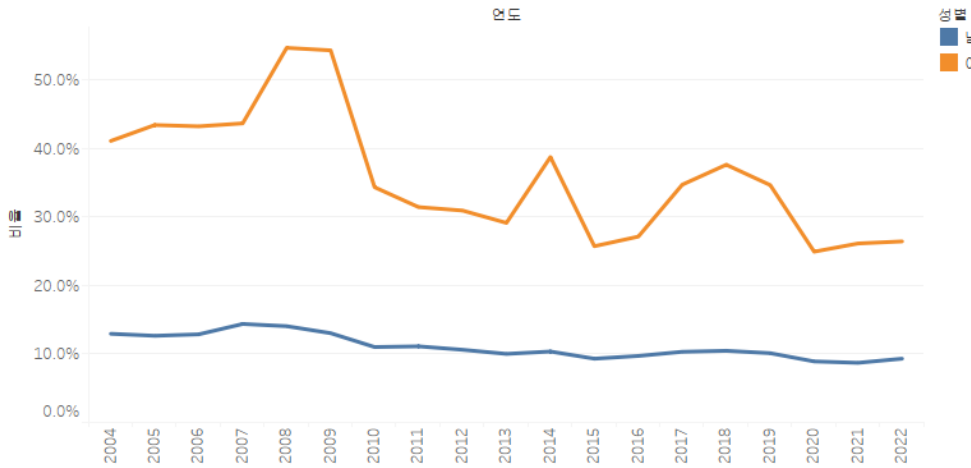
- 주말/휴일의 헌혈자수 분포의 평균이 평일보다 낮다.
- 데이터에는 강한 weekly seasonality, holiday effect가 존재한다.



- 성별 그룹 간 헌혈 방법, 부적격 비율 등에서 차이가 존재한다.



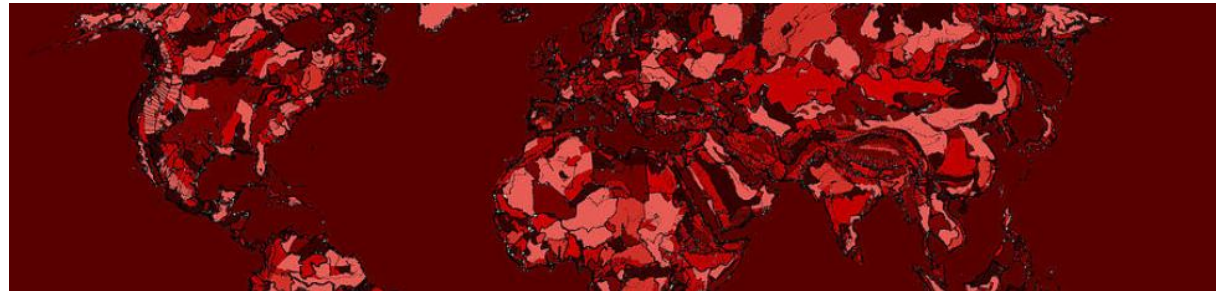
연도별 헌혈 지원 부적격 비율



Exogenous Variables

- Preprocessing

Swiss Institute of
Artificial Intelligence



Exogenous Variables

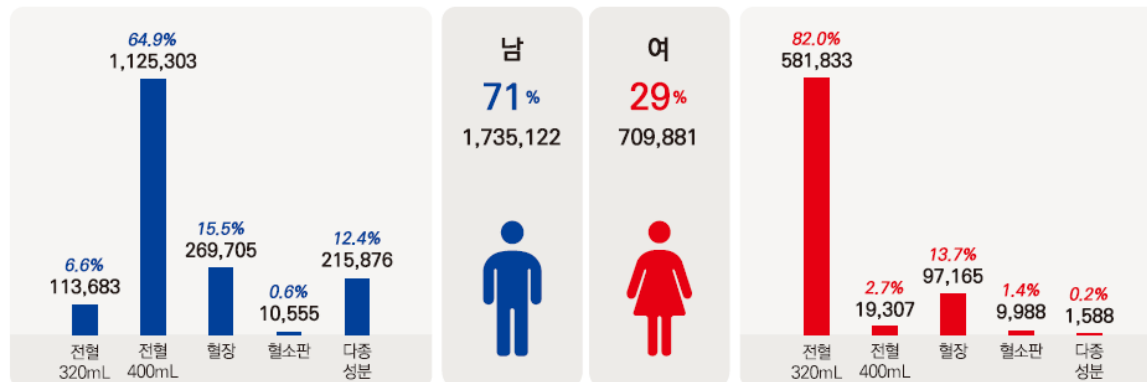
- 분석 대상

■ 헌혈방법은 전혈/혈장/혈소판/다종성분 으로 나뉜다.

- 혈소판, 다종성분 헌혈은 헌혈자의 대부분이 남성이며, 혈장 헌혈은 전체의 상당량(67%)이 의약품 원료로 활용된다.
- 이러한 점을 고려해 성별 비율이 고르며, 대부분이 수술/치료 용도로 사용되는 "전혈"을 분석 대상으로 결정하였다.



방법별 헌혈현황 (단위: 건)



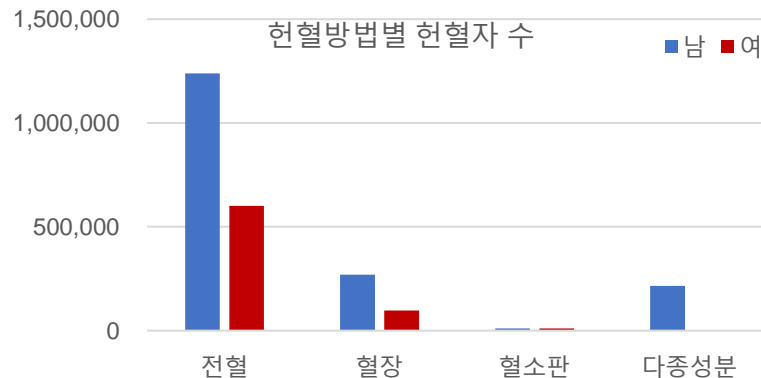
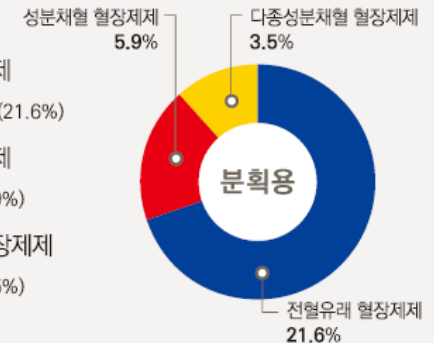
분획용 : 1,881,790 (31.1%)

약품제조

전혈유래 혈장제제
1,307,050 (21.6%)

성분채혈 혈장제제
359,953 (5.9%)

다종성분채혈 혈장제제
214,787 (3.5%)



Exogenous Variables

- 헌혈 종류

- 전혈 헌혈은 채혈량에 따라 320ml/400ml 두 종류로 구분되어 있다.
- 채혈량은 헌혈자의 신체 상태에 의해 결정되기 때문에 선택이 불가능하다.
- 따라서 채혈량으로 구분된 데이터를 통합해 사용하는 것이 적절하다.

◆ 헌혈 가능 기준

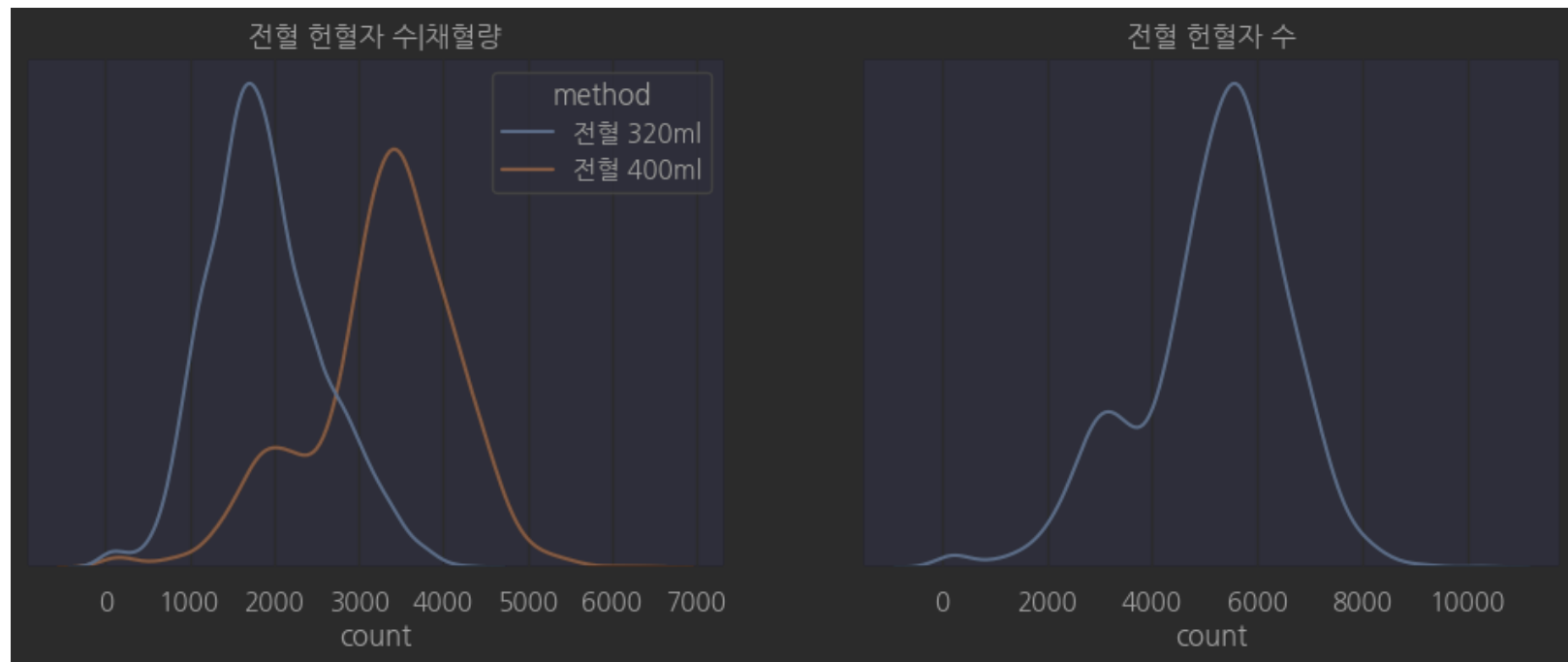
헌혈의 종류	전혈헌혈		성분헌혈	
	320 mL	400 mL	혈소판	혈장
나이	만16세이상, 65세 미만	만17세이상, 65세 미만	만17세이상, 60세 미만	만17세이상, 65세미만
체중	남자 50 kg 이상, 여자 45 kg이상 (단 400 mL 전혈헌혈은 남,여 모두 50 kg이상)			

Exogenous Variables

- 채혈량에 따른 차이

■ 채혈량이 통합된 분포

- 채혈량을 조건부로 한 개별 분포의 형태는 잘 알려진 분포가 결합 형태가 아니며, 일관성을 가지지 않는다.
- 반면 채혈량을 통합한 분포의 경우 정규분포의 합 형태를 가진다.

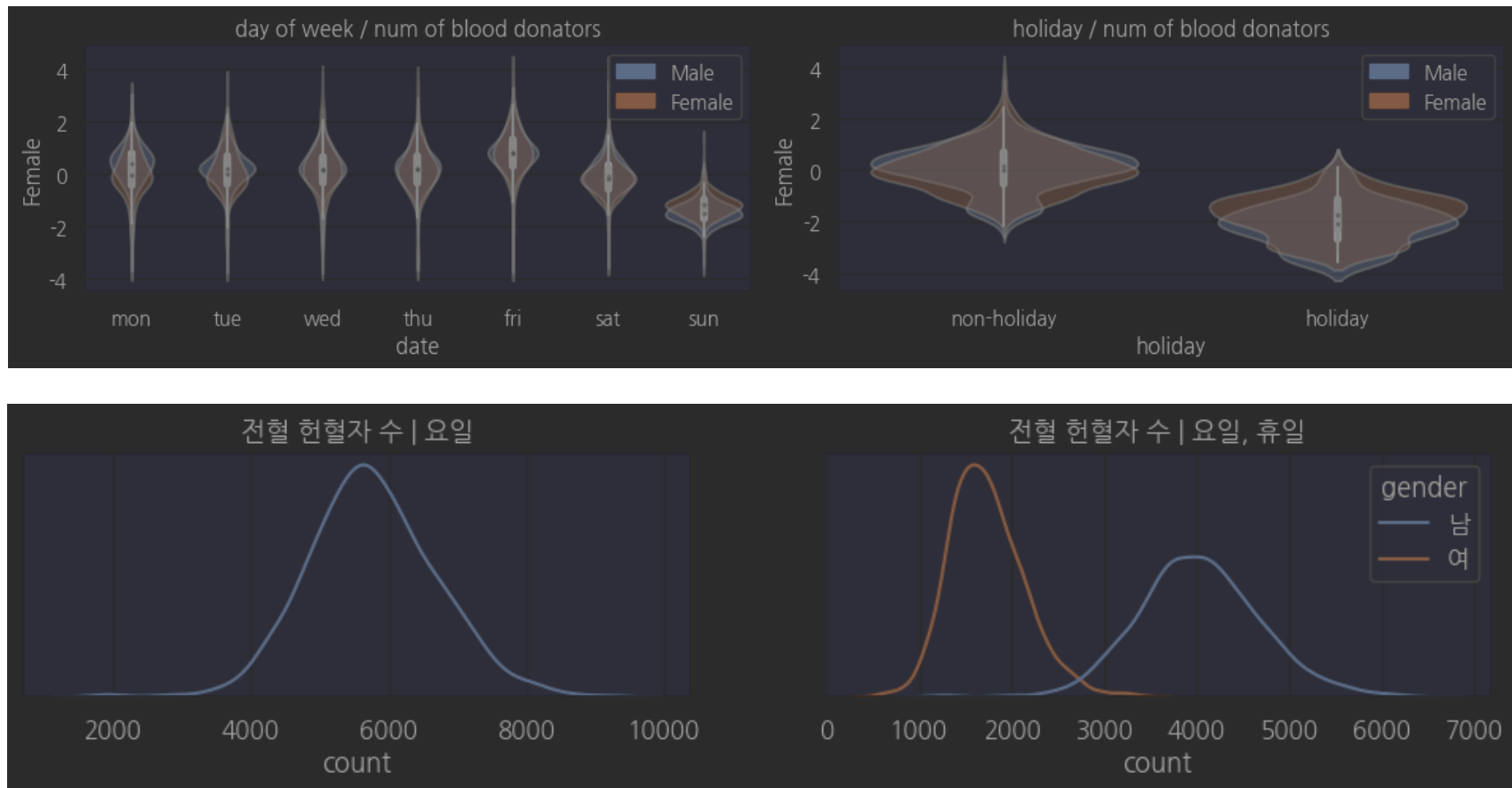


Exogenous Variables

- 성별간 차이

■ 성별간 데이터 분포 차이

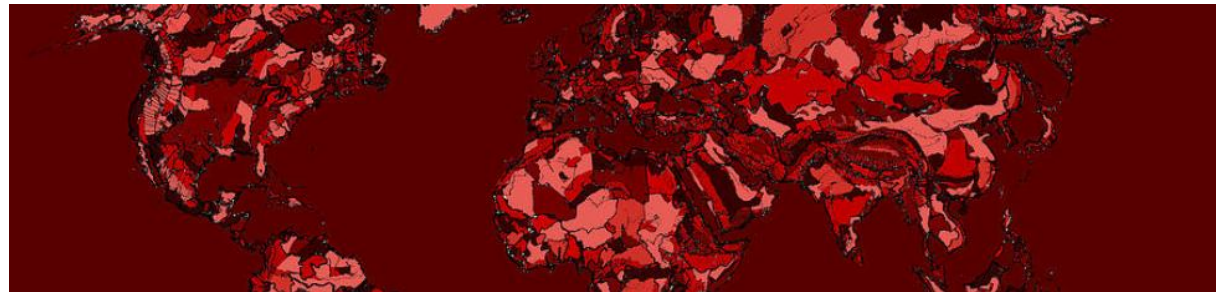
- 각 성별의 헌혈자 수 데이터는 평균, 분산을 정규화 하면 유사한 패턴을 가진다.
- 이러한 이유로 성별간 데이터 통합해 분석을 수행하였다.



Exogenous Variables

- modeling

Swiss Institute of
Artificial Intelligence



Exogenous Variables

- 모델 정의

- 앞서 고려한 요인

- 채혈량

- 요일/휴일

- “헌혈자 수”를 $y(\text{Target})$ 로 “요일, 휴일”을 $x(\text{설명변수})$ 로 갖는 모델을 적합한 후 잔차를 통해 데이터에 영향을 주는 외생적 요인들이 남아있는지 확인한다.

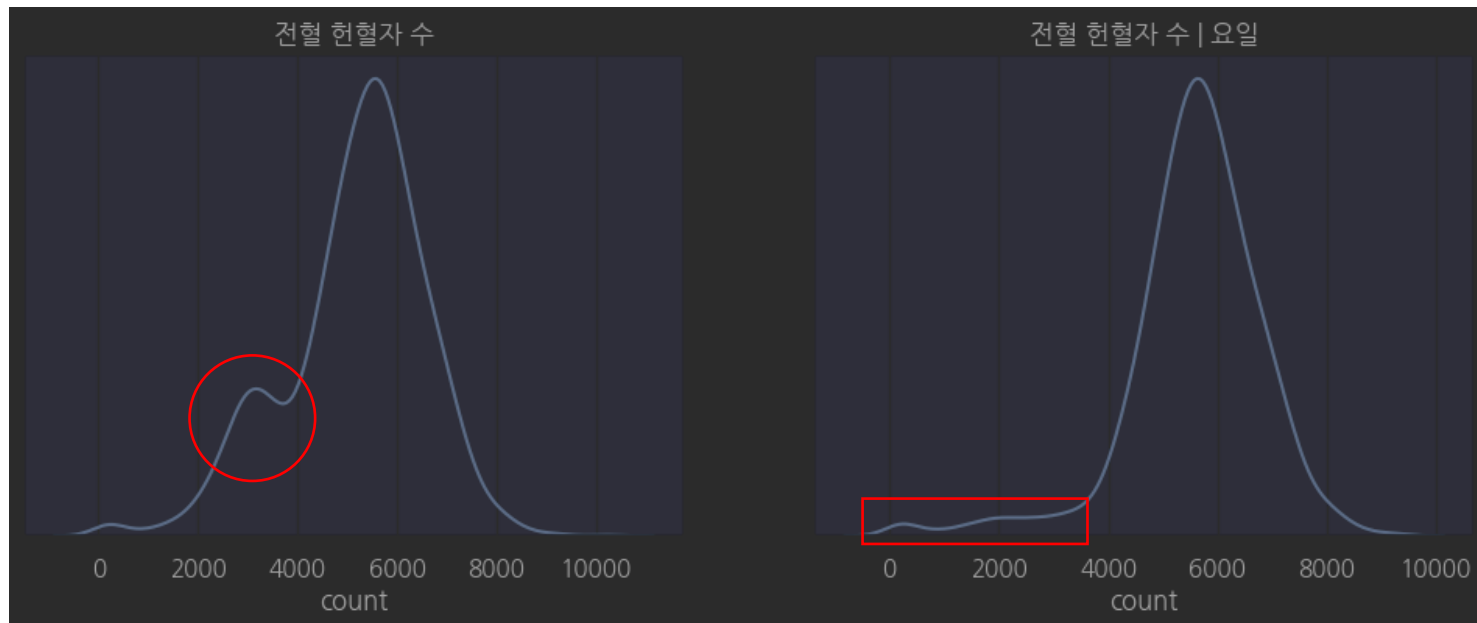
- $(bd_{320ml} \cup bd_{400ml}) \sim d_{dow}, d_{holiday}$

Exogenous Variables

- 요일 효과

■ 요일 효과

- 앞서 채혈량을 통합한 분포는 두 분포의 결합 형태를 가졌다.
- 이는 "요일"별 분포 차이 때문이다.
- 다른 요일과 분포 차이가 큰 주말 데이터를 제외했을 때 데이터의 분포는 정규분포 형태를 가진다.
- 분포에 존재하는 left-tail은 연수/공휴일 등의 이유로 많은 수의 센터가 동시에 미운영되는 날들에 의한 것이다.

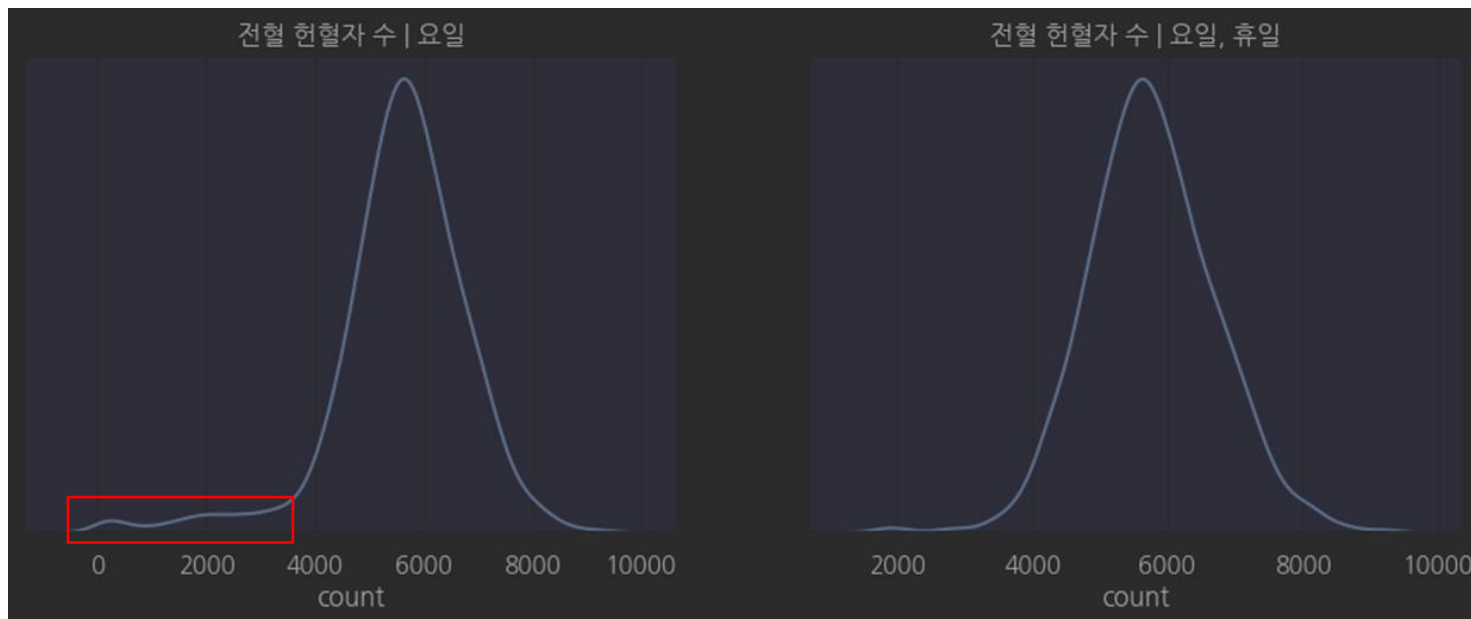


Exogenous Variables

- 휴일 효과

■ 휴일 효과

- 휴일을 제외한 분포의 경우 left-tail을 가지지 않으며 bell shape을 가진다.

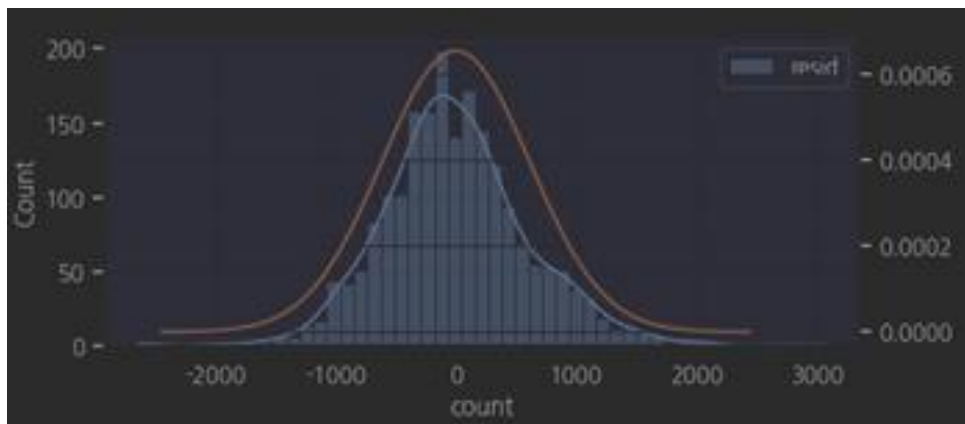
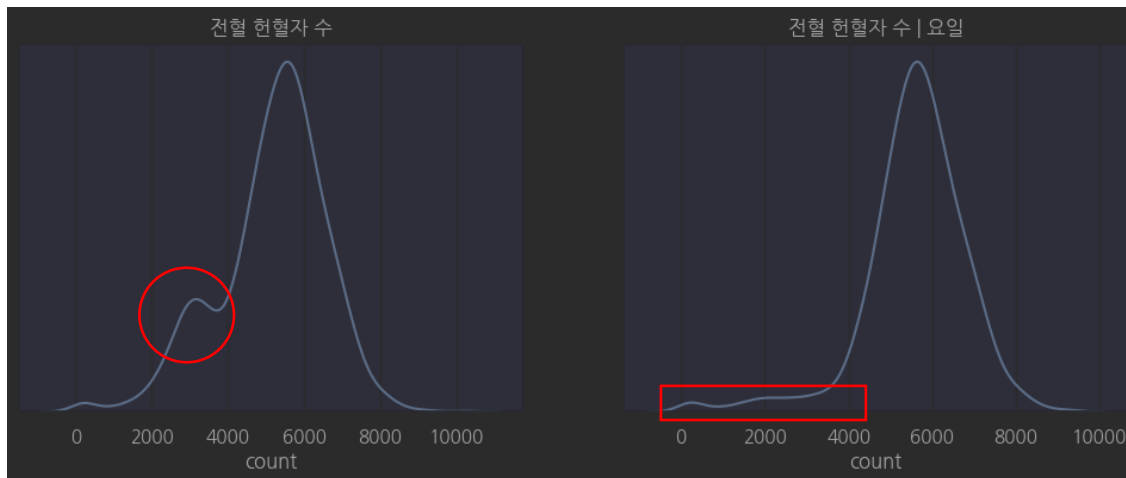


Exogenous Variables

- 요일/휴일

■ 요일/휴일을 설명변수로 갖는 Regression 모델

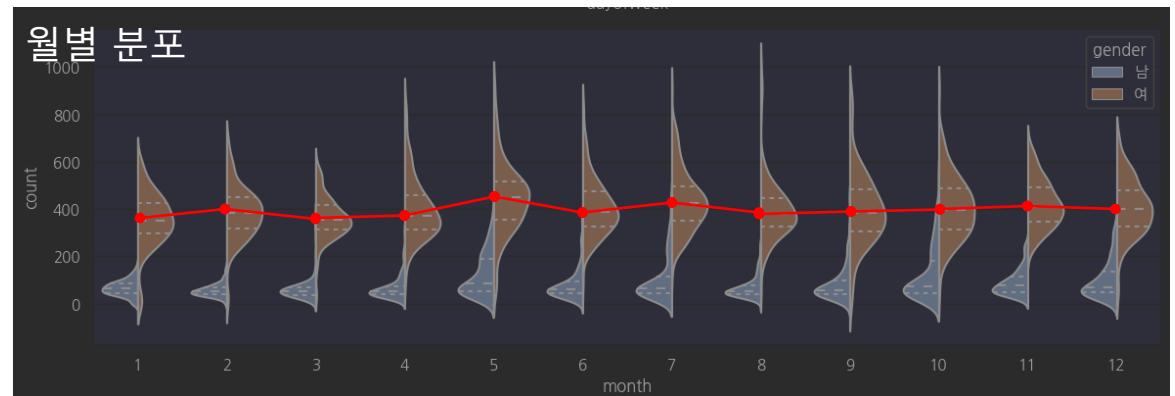
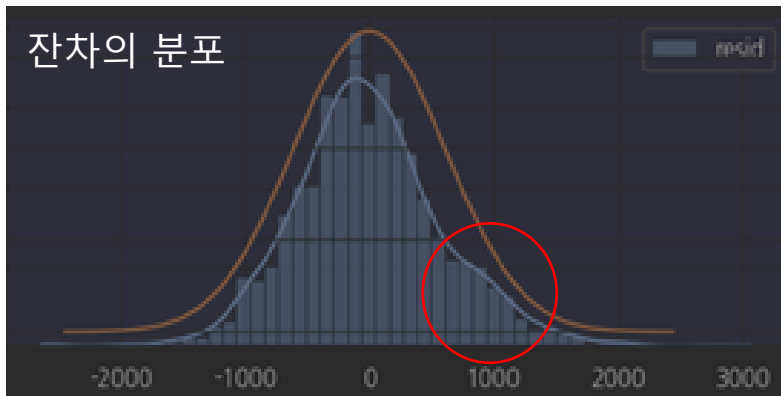
- 모델의 잔차 분포는 원본 데이터의 분포가 가지고 있던 특이한 형태 (Multimodal, long-tail)를 갖지 않는다.



Exogenous Variables

- Yearly Seasonality

- 그러나 잔차의 분포는 아직 특이한 형태를 갖고있다.
- 이는 휴일/요일 변수만으로는 설명되지 않는 구조가 데이터에 존재하고 있음을 시사한다.
- 헌혈자수 데이터는 "일단위" 데이터이다.
- 일별 데이터 특성상 7일(요일)주기 외에 1년을 주기로 갖는 계절적 특성 또한 가질 것이라 생각하였다.
- 데이터의 월별 분포는 계절에 따른 차이를 보인다.
- 따라서 모델에 연간 계절성을 반영하여 앞서 요일/휴일만으로는 잡아내지 못한 구조를 잡아낸다



Exogenous Variables

- Harmonic regression

■ Harmonic regression

- Yearly seasonality를 모델에 반영하기 위해 dummy 변수를 사용할 경우 일/주 각각 366/52 개의 변수가 필요하다. 이는 모델의 복잡성을 높이며, 계절적 효과의 연속적 특성을 반영하지 못 한다.

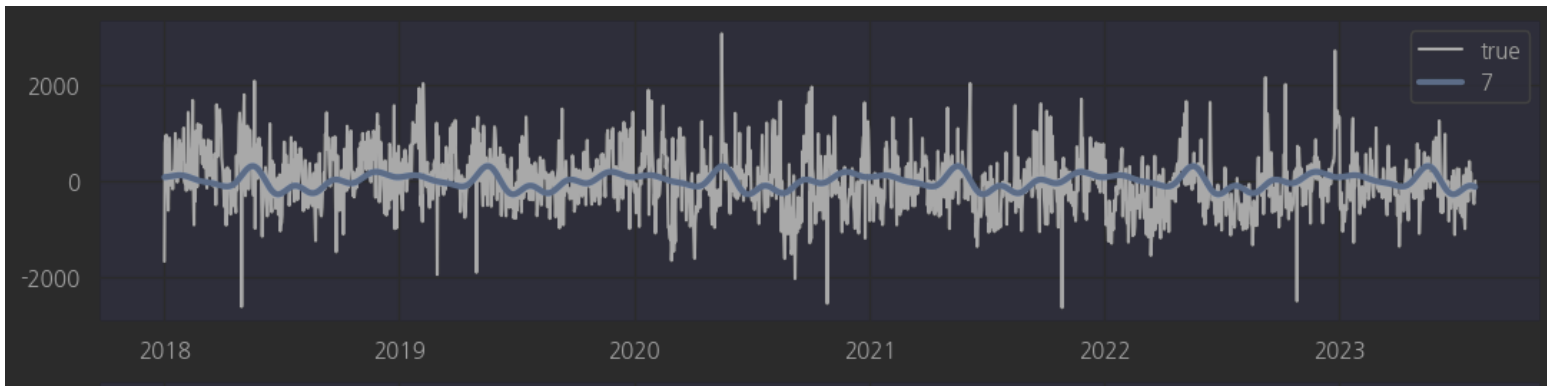
- 푸리에 항을 설명변수로 사용하면 적은 수의 변수로 길거나 정수가 아닌 주기를 다양한 복잡도로 반영할 수 있다.

- Yearly seasonality를 잡아내기 위해 $n/365$ 의 주기를 갖는 푸리에 항들을 설명변수로 추가한다.

$$x_{1,t} = \sin\left(\frac{2\pi t}{m}\right), x_{2,t} = \cos\left(\frac{2\pi t}{m}\right), x_{3,t} = \sin\left(\frac{4\pi t}{m}\right), x_{4,t} = \cos\left(\frac{4\pi t}{m}\right), \dots$$

(where $m = 365$)

이 방법을 통해 적은 수의 변수들로 yearly-seasonality를 모델에 반영하였다.

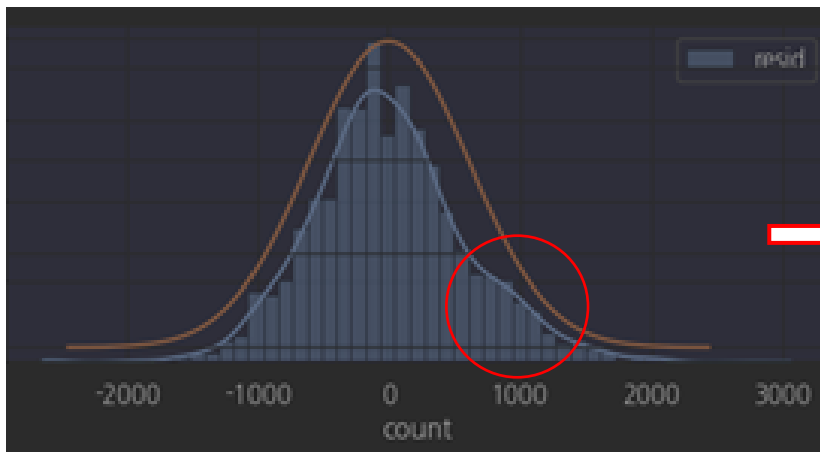


Exogenous Variables

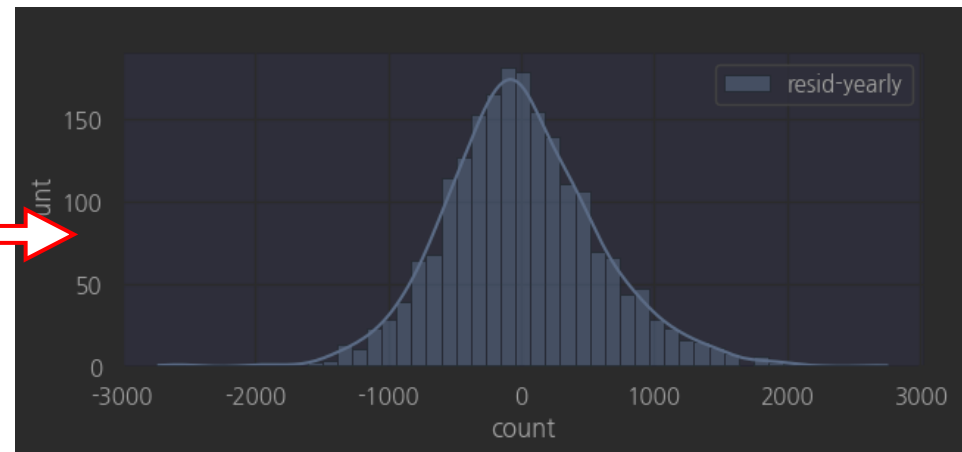
- Harmonic regression

■ Harmonic regression의 결과

- 모델에 yearly seasonality를 반영한 결과 기존 잔차 분포가 가졌던 peak가 제거되었다.



R-squared: 0.608



R-squared: 0.635

Exogenous Variables

- Other factors

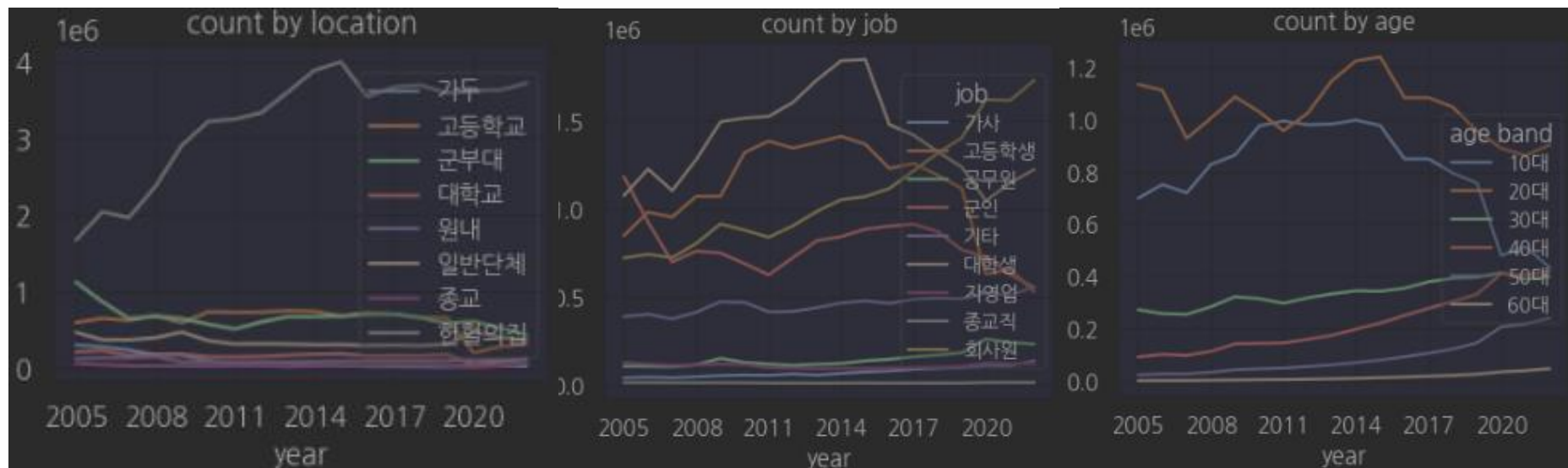
- 지금까지 요일, 휴일, 계절적 요인 등 날짜와 관련된 데이터 내부 정보만 활용하였다.
- 추가로 날짜 외 "헌혈자 수"에 영향을 미치는 여러 다른 외부적 요인들을 고려한다.

- $(bd_{320ml} \cup bd_{400ml}) \sim d_{dow}, d_{holiday}, \sin_i, \cos_i$

Exogenous Variables

- Region

- “헌혈자 수” 에 영향을 미치는 직업/연령/성별 등 인구구성은 지역별 차이를 가진다.
- 따라서 지역별로 데이터를 분리하지 않으면 개별 지역별 효과가 혼합되어 부정확한 결과를 얻을 수 있다.

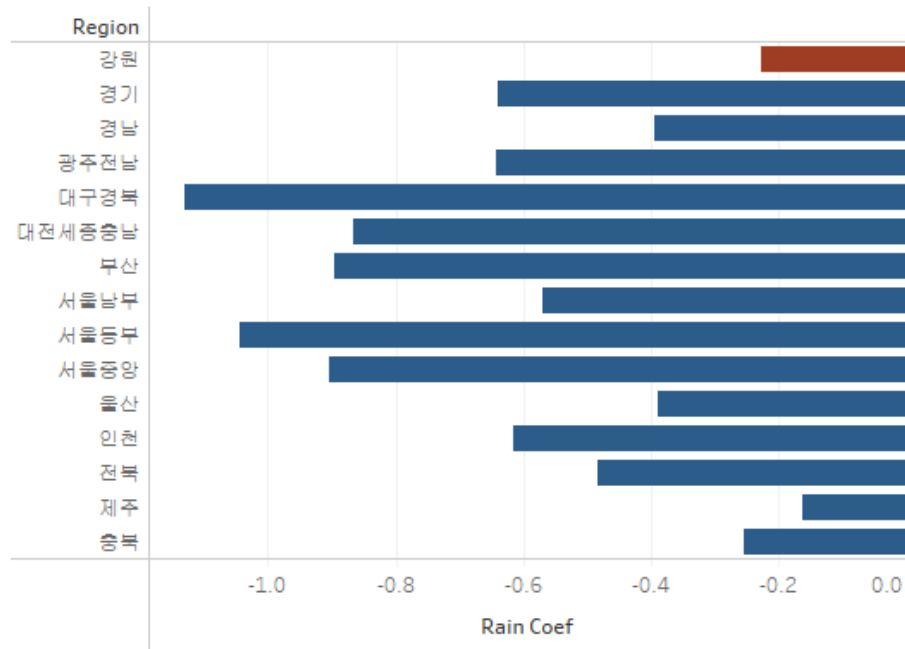
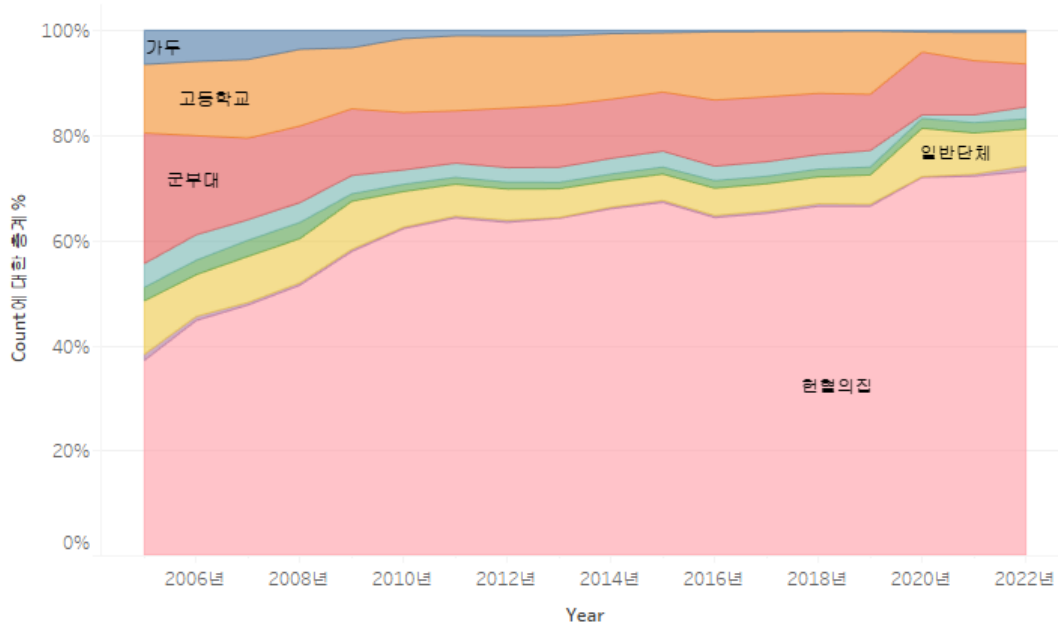


Exogenous Variables

- 기상정보

- 헌혈자의 70%가 헌혈의집에 "방문"해 헌혈한다.
- 따라서 인구이동에 영향을 주는 "기상요소"는 헌혈자 수에 영향을 미칠 것이다.
- Regression 을 통해 "기온", "강수량"의 유의성을 확인한 결과
"기온"은 유의한 영향을 미치지 않았으나, "강수량"은 모든 지역에서 부정적인 영향을 주었다.
- 기온은 "계절성"을 잡아낼 때 함께 고려되었음

The number of blood donors by location



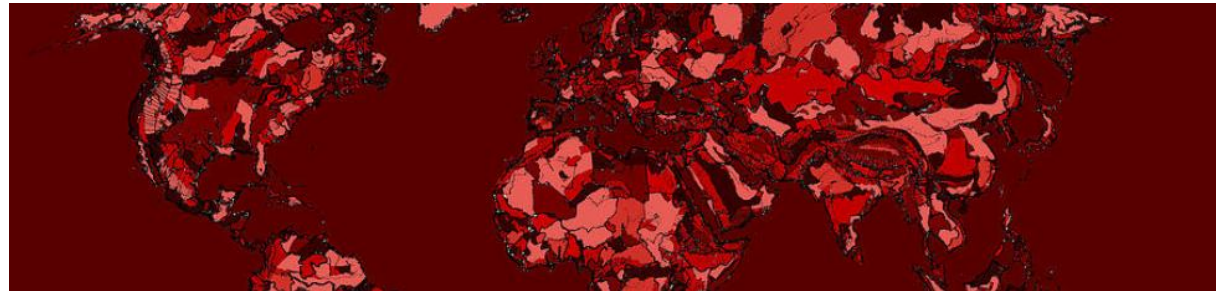
Exogenous Variables

- Summary

- 앞선 분석에서 데이터내에 존재하는 성별, 요일/휴일, 계절, 기상에 의한 효과를 고려하였다.
- 위 요소들을 통제된 상태에서 "공급량"과 "사용량"이 "보유량"에 어떻게 영향을 주었는지 살펴볼 것이다.
- $(bd_{320ml} \cup bd_{400ml} | region) \sim d_{dow}, d_{holiday}, \sin_i, \cos_i, rain$

Blood Dynamics

Swiss Institute of
Artificial Intelligence

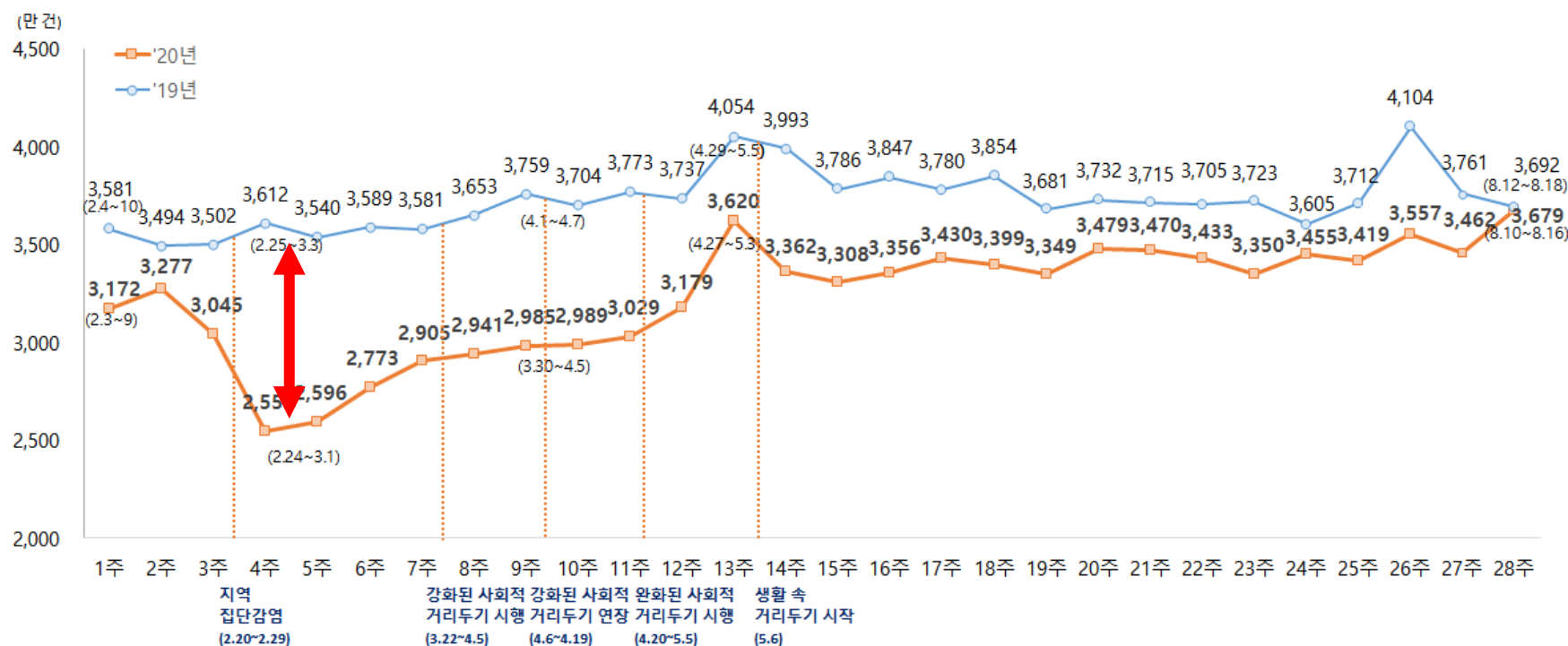


Blood Dynamics

- COVID-19

- COVID-19라는 특수한 기간에서의 데이터 변화를 통해
"혈액 공급량", "혈액 사용량", "혈액 보유량"간 관계, "혈액 보유량" 유지 구조를 파악한다.

■ COVID-19 대유행 기간동안 방역조치/건강 염려 등으로 인구 이동이 감소하였다.



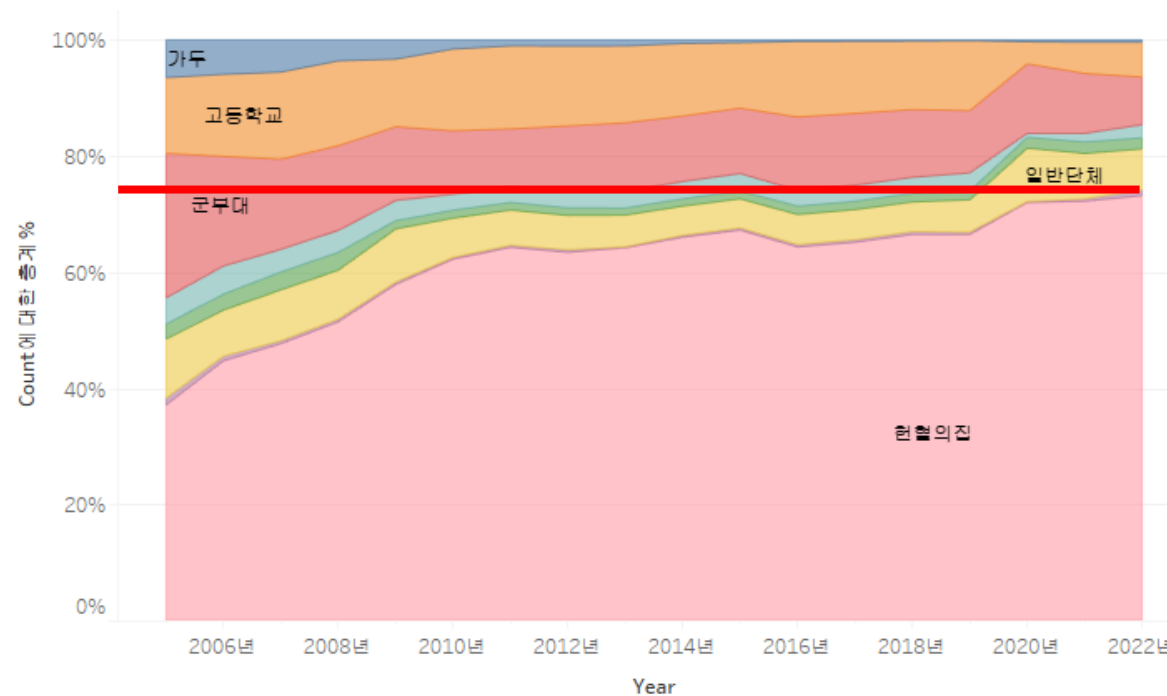
Blood Dynamics

- COVID-19

■ 장소별 헌혈자 비율

- 전체 헌혈자의 70%가 헌혈의집에 "방문" 해 헌혈하기 때문에 이는 헌혈자 수에 부정적인 영향을 미쳤을 것이다.

The number of blood donors by location

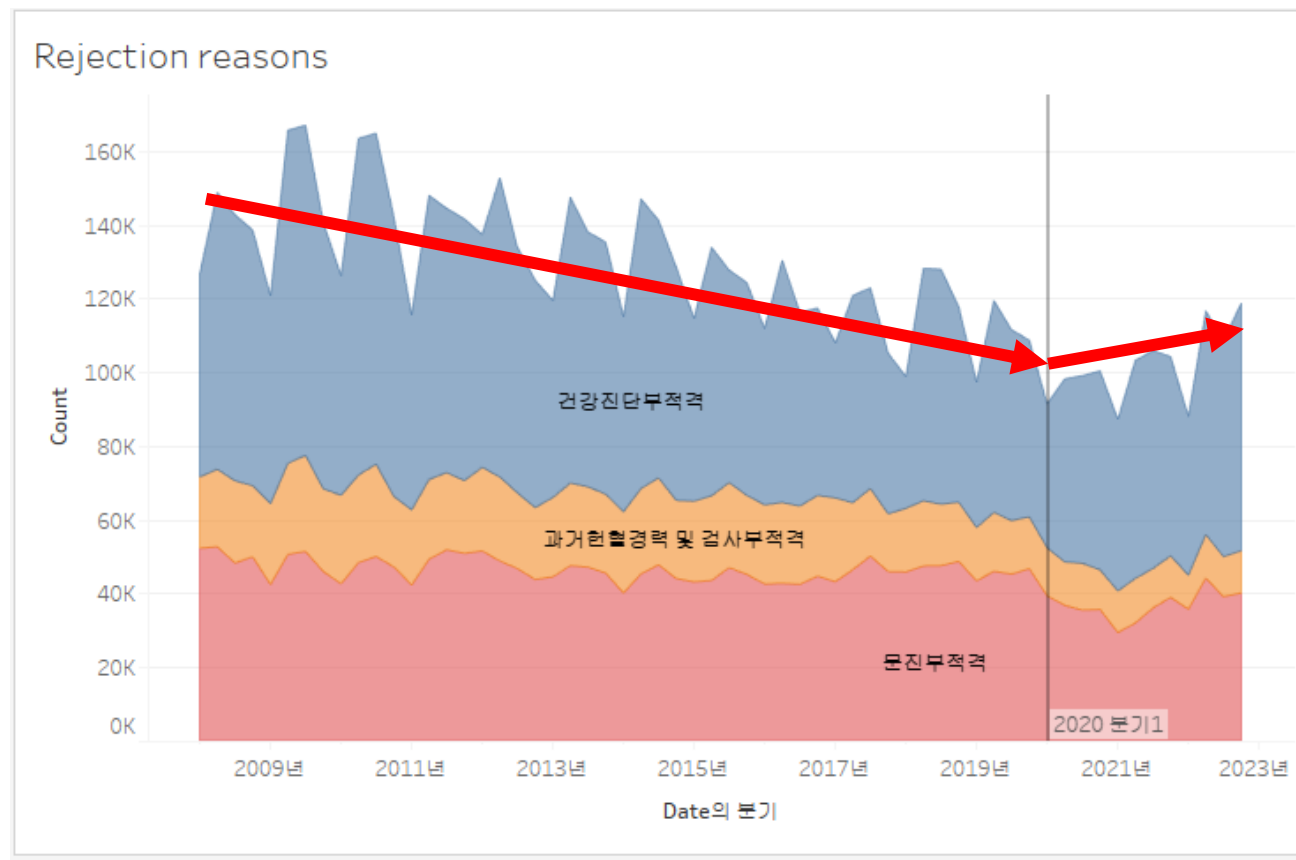


Blood Dynamics

- COVID-19

■ 건강기준

- 또한 COVID-19 완치/백신접종 이후 일정 기간동안 헌혈을 하지 못하는 등의 새로운 건강기준이 도입되었다.
- 이 또한 헌혈자 수에 부정적인 영향을 주었을 것이다.

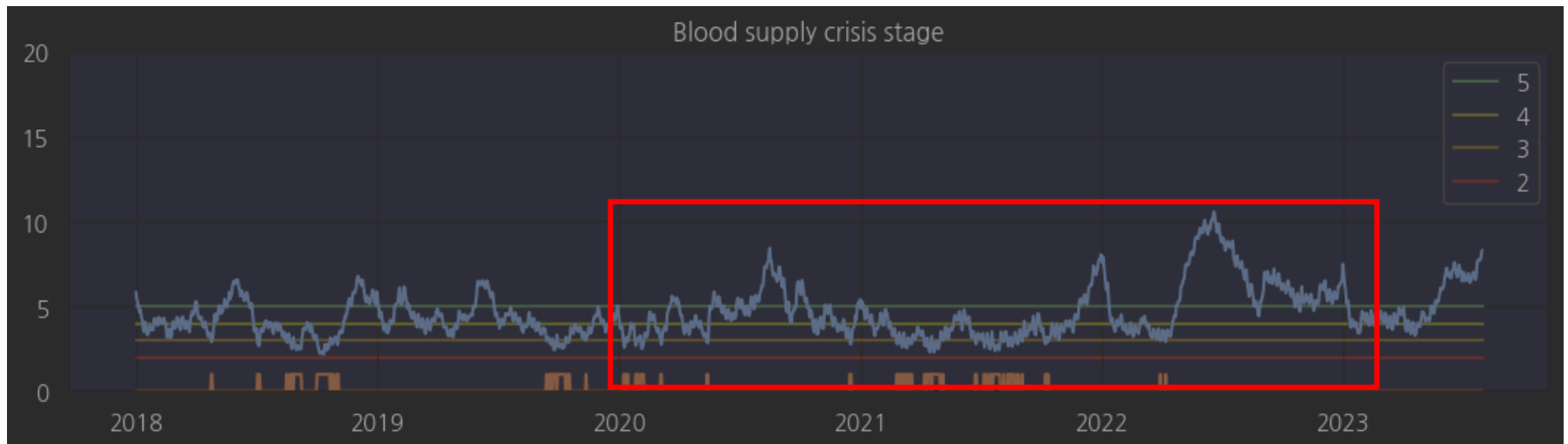


Blood Dynamics

- COVID-19

■ COVID-19 유행 기간중 혈액 보유상태

- 이러한 부정적 영향에도 불구하고 COVID-19기간중 혈액보유상태는 일정수준(2: 경계) 이상을 유지하였다.
- 이는 COVID-19가 "공급량"에 미친 영향이 없었거나 "사용량"이 줄어든 "공급량"만큼 감소했음을 의미한다.



Blood Dynamics

- COVID-19

■ COVID-19 유행 기간중 사용량

- COVID-19 유행 기간동안의 혈액 사용량은 4.25% 감소하였다.
- 이는 혈액 부족으로 인한 인위적 감소 뿐만 아니라 COVID로 인해 수술이 줄어든 영향까지 포함한다.

	coef	std err	t	P> t	[0.025	0.975]
mon	6580.0769	33.335	197.390	0.000	6514.701	6645.453
tue	6326.6840	33.276	190.130	0.000	6261.426	6391.942
wed	6020.3690	33.304	180.771	0.000	5955.055	6085.683
thu	6017.6003	33.153	181.509	0.000	5952.582	6082.618
fri	6064.1381	33.312	182.043	0.000	5998.809	6129.467
sat	3293.3294	39.696	82.964	0.000	3215.480	3371.179
sun	2329.8185	39.750	58.612	0.000	2251.863	2407.774
holiday	-2594.7261	58.928	-44.032	0.000	-2710.293	-2479.159
shortage	-103.5165	54.318	-1.906	0.057	-210.042	3.009
cov_weekday	-316.7550	28.952	-10.941	0.000	-373.534	-259.976
cov_sat	-2.1619	64.670	-0.033	0.973	-128.990	124.666
cov_sun	29.0202	64.272	0.452	0.652	-97.026	155.067
sin_1	-53.2172	17.148	-3.103	0.002	-86.847	-19.587
cos_1	59.3688	16.708	3.553	0.000	26.601	92.136

Blood Dynamics

- COVID-19

■ COVID-19 유행 기간중 공급량

- 혈액 공급량의 경우 해당기간동안 5.11% 감소하였다.
- 공급량/사용량의 유사한 변화는 COVID-19 기간동안 유지된 보유량을 설명해준다.
- 그러나 5.3%라는 공급량의 감소는 COVID-19의 사회적 영향에 비하면 너무 미미하다.
- 실제로는 더 감소했으나 다른 요인으로 인해 상쇄된 것이 아닌가?

OLS Regression Results						
	coef	std err	t	P> t	[0.025	0.975]
mon	5818.4625	52.319	111.211	0.000	5715.857	5921.068
tue	5660.4049	52.225	108.385	0.000	5557.984	5762.826
wed	5776.1600	52.270	110.507	0.000	5673.652	5878.668
thu	5704.9131	52.033	109.641	0.000	5602.869	5806.957
fri	6587.9064	52.282	126.008	0.000	6485.374	6690.438
sat	5072.4046	62.301	81.417	0.000	4950.223	5194.587
sun	3211.1523	62.386	51.472	0.000	3088.804	3333.501
holiday	-3116.7659	92.486	-33.700	0.000	-3298.144	-2935.388
shortage	214.1011	85.250	2.511	0.012	46.913	381.289
cov_weekday	-482.9943	45.439	-10.629	0.000	-572.107	-393.881
cov_sat	280.2871	101.498	2.762	0.006	81.234	479.340
cov_sun	128.8915	100.873	1.278	0.201	-68.935	326.718
sin_1	-2.1102	26.913	-0.078	0.938	-54.891	50.671
cos_1	34.2147	26.223	1.305	0.192	-17.213	85.643

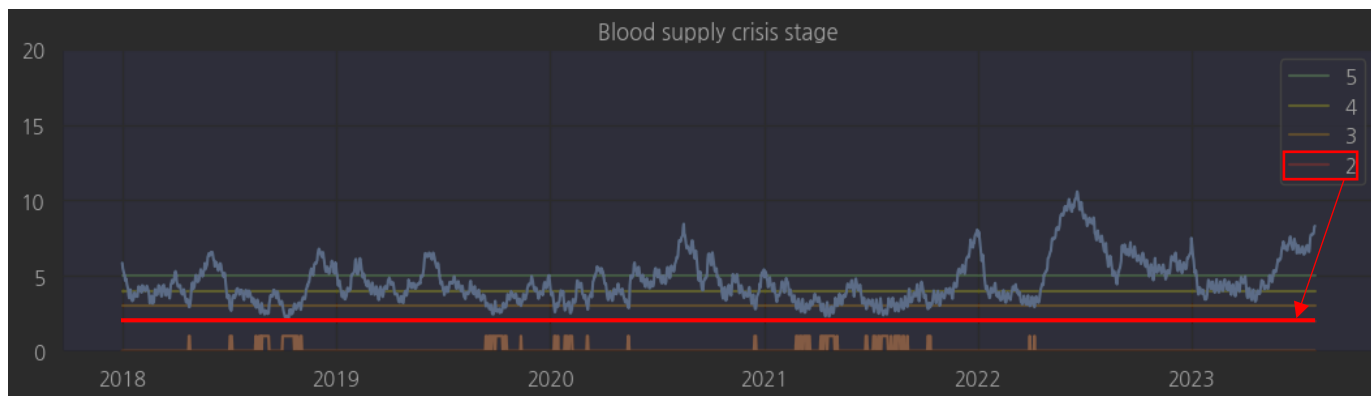
- 이러한 결과는 인위적으로 공급량을 증가시킨 요인이 존재함을 보여준다.



Blood Dynamics

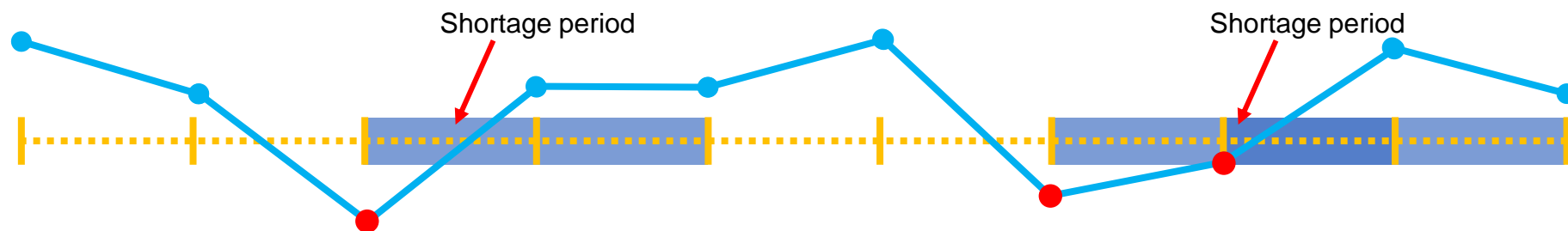
- 증가 요인

- 앞서 언급했듯 "혈액 보유상태"는 대부분 일정 수준 이상으로 유지된다.
- 혈액 보유상태 그래프를 보면 COVID-19 기간 외에도 보유량이 일정수준 이하로 떨어진 날을 확인할 수 있다.
- 혈액 보유상태가 일정 수준 이하로 **진입한 날**로부터 **일정 기간**을 선택하여 "**혈액 부족기간**"에 "**헌혈자 수**"가 증가하는지 확인하였다.



✓ 혈액수급위기단계

구분	판 단 기 준
● 관심(Blue)	- 혈액수급 부족 징후, 적혈구제제 5일분 미만
● 주의(Yellow)	- 혈액수급 부분적 부족, 적혈구제제 3일분 미만
● 경계(Orange)	- 혈액수급 부족 지속, 적혈구제제 2일분 미만
● 심각(Red)	- 혈액수급 부족 규모 확대, 적혈구제제 1일분 미만



- 증가 요인

- "혈액 보유상태"가 "주의"단계 이하로 진입한 날로부터 7일을 "혈액 부족기간" dummy 변수로 모델에 추가했을 때
 - "혈액 부족기간"에서의 헌혈자 수 증가는 전국 (3.96%), 대부분의 지역에서 유의하다는 것을 볼 수 있다.
 - 이는 "공급량 증가 요인"이 있음을 다시한번 보여준다.

OLS Regression Results						
	coef	std err	t	P> t	[0.025	0.975]
mon	5818.4625	52.319	111.211	0.000	5715.857	5921.068
tue	5660.4049	52.225	108.385	0.000	5557.984	5762.826
wed	5776.1600	52.270	110.507	0.000	5673.652	5878.668
thu	5704.9131	52.033	109.641	0.000	5602.869	5806.957
fri	6587.9064	52.282	126.008	0.000	6485.374	6690.438
sat	5072.4046	62.301	81.417	0.000	4950.223	5194.587
sun	3211.1523	62.386	51.472	0.000	3088.804	3333.501
holiday	-3116.7659	92.486	-33.700	0.000	-3298.144	-2935.388
shortage	214.1011	85.250	2.511	0.012	46.913	381.289
cov_weekday	-482.9943	45.439	-10.629	0.000	-572.107	-393.881
cov_sat	280.2871	101.498	2.762	0.006	81.234	479.340
cov_sun	128.8915	100.873	1.278	0.201	-68.935	326.718
sin_1	-2.1102	26.913	-0.078	0.938	-54.891	50.671
cos_1	34.2147	26.223	1.305	0.192	-17.213	85.643

	coef															
mon	0.57	0.29	0.31	0.09	0.43	0.33	0.50	0.26	0.30	0.29	0.69	0.27	0.52	0.33	0.52	
tue	0.53	0.27	0.29	0.07	0.42	0.10	0.43	0.17	0.32	0.19	0.55	0.23	0.30	0.21	0.26	
wed	0.40	0.19	0.34	-0.01	0.52	0.20	0.53	0.31	0.40	0.32	0.57	0.20	0.36	0.24	0.45	
thu	0.55	0.27	0.34	0.13	0.53	0.11	0.47	0.33	0.35	0.10	0.59	0.25	0.31	0.21	0.49	
fri	0.04	0.09	0.90	0.48	0.00	0.01	0.74	0.00	0.03	0.70	1.00	0.91	0.71	1.00	0.06	
sat	-0.64	0.51	0.10	-0.69	-0.06	-0.30	-0.03	-0.17	0.25	-0.00	0.07	0.40	-0.72	0.16	0.11	
sun	-1.55	-0.45	-1.01	-1.13	-1.34	-1.32	-1.40	-1.00	-0.96	-1.59	-1.01	-1.02	-0.79	-0.95	-1.39	
holiday	-1.30	-0.01	-1.45	-1.14	-1.37	-1.60	-1.47	-1.52	-1.31	-1.30	-1.30	-1.59	-1.34	-1.41	-1.33	
shortage	0.10	0.10	0.19	-0.12	0.04	0.07	0.22	-0.00	-0.05	0.13	0.26	0.16	-0.04	0.23	0.26	
cov_weekday	-0.13	-0.35	-0.45	0.17	-0.27	0.11	-0.16	-0.39	-0.49	-0.21	-0.63	-0.51	-0.23	-0.04	-0.09	
cov_sat	-0.10	0.23	-0.27	0.40	0.19	0.77	0.19	0.34	0.00	0.32	-0.22	-0.11	0.20	0.43	0.30	
cov_sun	0.01	-0.13	-0.15	0.37	0.15	0.56	0.21	0.12	-0.19	0.35	-0.17	-0.13	0.23	0.29	0.17	
temp	-0.00	-0.01	0.00	0.01	-0.01	-0.00	-0.01	0.00	0.00	0.01	-0.01	0.00	0.00	-0.01	-0.01	
rainfall	-0.00	-0.01	-0.01	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.01	-0.01	-0.00	-0.01	-0.01	-0.01	-0.00	
	주요	과산	서울대부	제주	충북	경기	경남	광주전남	대구경북	대전충청	서울대부	서울대부	경기	인천	부산	

Blood Dynamics

- 사용량 감소

- “혈액 부족기간”동안 혈액 사용량은 감소(1.98%)했음 또한 확인 하였다.

OLS Regression Results						
	coef	std err	t	P> t	[0.025	0.975]
mon	6580.0769	33.335	197.390	0.000	6514.701	6645.453
tue	6326.6840	33.276	190.130	0.000	6261.426	6391.942
wed	6020.3690	33.304	180.771	0.000	5955.055	6085.683
thu	6017.6003	33.153	181.509	0.000	5952.582	6082.618
fri	6064.1381	33.312	182.043	0.000	5998.809	6129.467
sat	3293.3294	39.696	82.964	0.000	3215.480	3371.179
sun	2329.8185	39.750	58.612	0.000	2251.863	2407.774
holiday	-2594.7261	58.928	-44.032	0.000	-2710.293	-2479.159
shortage	-103.5165	54.318	-1.906	0.057	-210.042	3.009
cov_weekday	-316.7550	28.952	-10.941	0.000	-373.534	-259.976
cov_sat	-2.1619	64.670	-0.033	0.973	-128.990	124.666
cov_sun	29.0202	64.272	0.452	0.652	-97.026	155.067
sin_1	-53.2172	17.148	-3.103	0.002	-86.847	-19.587
cos_1	59.3688	16.708	3.553	0.000	26.601	92.136

Blood Dynamics

- 증가 요인

■ COVID-19 유행 기간중의 shock

- 평시와의 차이를 의미하는 "헌혈자 수" 모델의 잔차도 또한 가설을 지지한다.
- 예측하지 못한 이벤트인 COVID-19 대유행 초반 "대구경북" 지역, "오미크론 대유행" 기간 외에는 헌혈자 수가 평시와 큰 차이 없이 유지되었음을 보여준다.



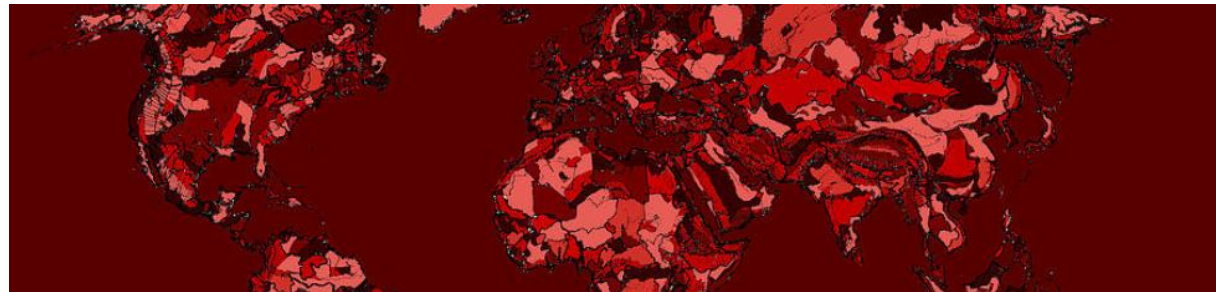
Blood Dynamics

- Summary

- "혈액 보유량"은 일정하게 유지된다.
- 그 이유는 "혈액 보유량"이 일정 수준 이하로 떨어질 경우 "혈액 사용량"을 감소시키며 "혈액 공급량"을 증가시키기 때문이다.

External Intervention

Swiss Institute of
Artificial Intelligence



External Intervention

- 증가 요인

- 적십자사에서는 “프로모션”, “헌혈 촉구문자”, “공익광고” 등 방법을 통해 헌혈자 수를 증가시킨다.
- COVID-19 유행 기간동안 “혈액 보유상태”를 유지하기 위해 다양한 방법을 동원하였는데
- 헌혈시 예비군 훈련 시간이 차감되는 정부 정책이 도입되었으며
- 헌혈 보유량이 급격히 감소할 때는 헌혈 촉구 재난문자를 발송하였다.

헌혈하면 교육(훈련) 1시간 인정

예비군 2021년 헌혈한 예비군은 2022년 예비군 훈련시 헌혈증을 제시하면 훈련시간이 1시간 이수처리 됩니다.
※ 2022년 불가피하게 사용제한시 2023년 까지 적용

민방위 대원 2021년 헌혈한 민방위 대원은 가까운 행정복지센터(읍·면·동)를 방문하시어 헌혈증을 제시하면 2021년 민방위 교육(1시간)이 이수처리 됩니다.



External Intervention

- 증가 요인

- 또한 앞선 분석에서 전국적인 헌혈자수 감소를 확인했던 오미크론 대확산 기간에는 “기념품 추가증정 프로모션”의 진행일을 대폭 늘렸다.

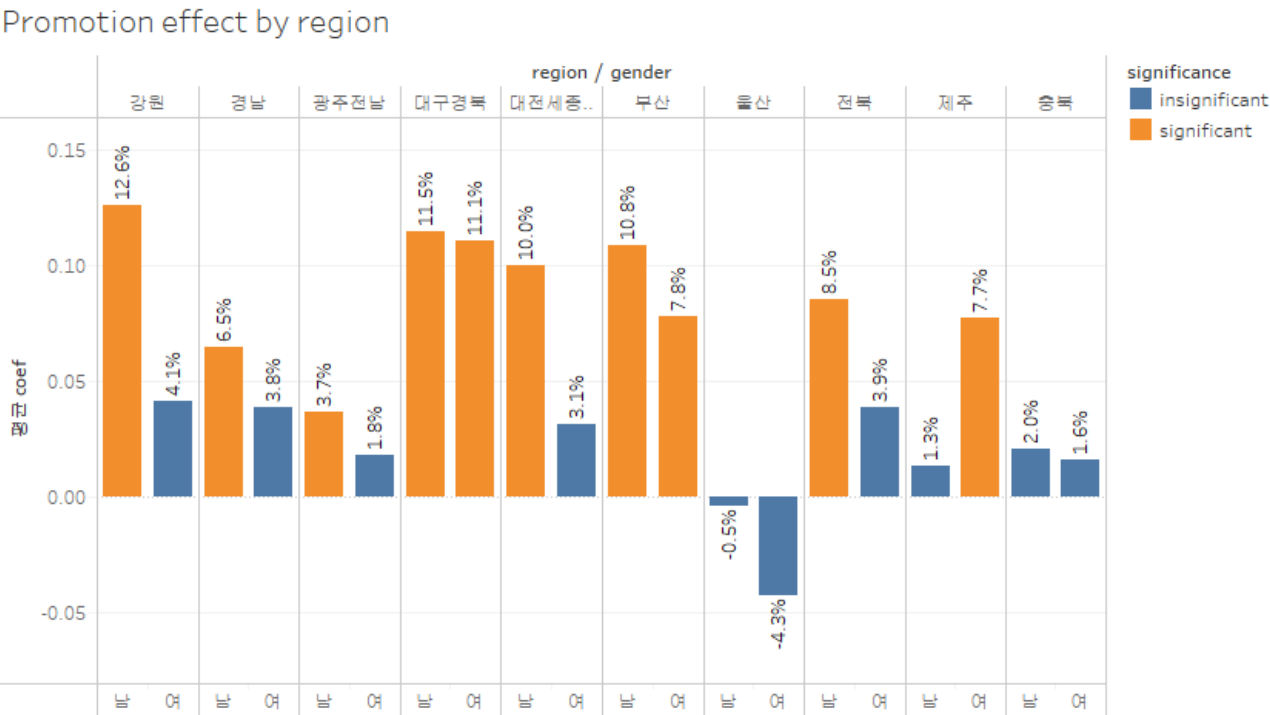
프로모션 진행일



External Intervention

- 기념품 추가증정 프로모션

- 이들 방법들중 "기념품 추가증정 프로모션"은 모든 기간/지역에서 동일 방식(기념품 추가 증정)으로 진행되었다. 따라서 효과의 정량적 분석이 가능하다.
- 앞서 고려한 요인들을 통제한 상태에서 "프로모션 진행일" 데이터를 dummy 변수로 사용하여 프로모션이 헌혈자 수에 미치는 영향을 확인해 보면
- 남성 그룹에서의 프로모션 효과가 여성보다 더 크며, 여성 그룹은 프로모션에 반응하지 않는다는 결과를 보였다.

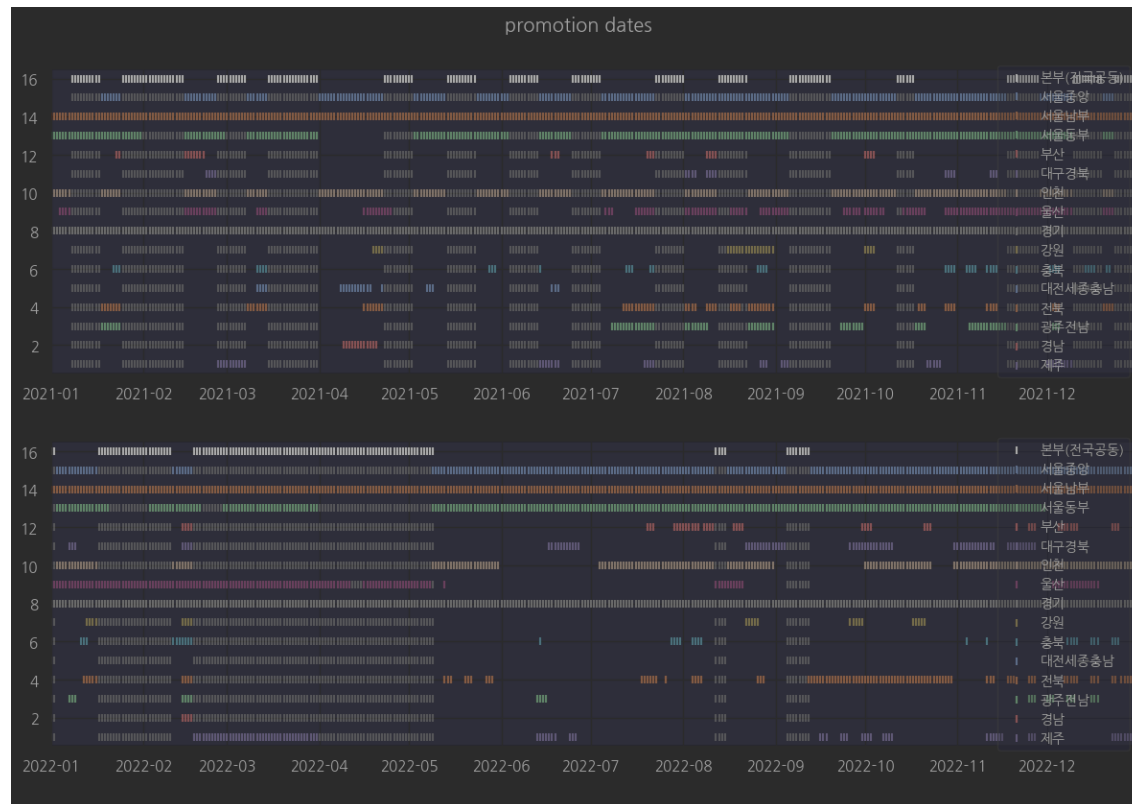


External Intervention

- 기념품 추가증정 프로모션

■ 프로모션 기간

- 프로모션을 진행한 기간은 random하지 않고, 패턴을 가진다.
- 따라서 dummy 변수만을 사용한 앞선 분석의 결과에는 기간에 따른 효과가 혼합되어 있으며 신뢰할 수 없다.



External Intervention

- 기념품 추가증정 프로모션

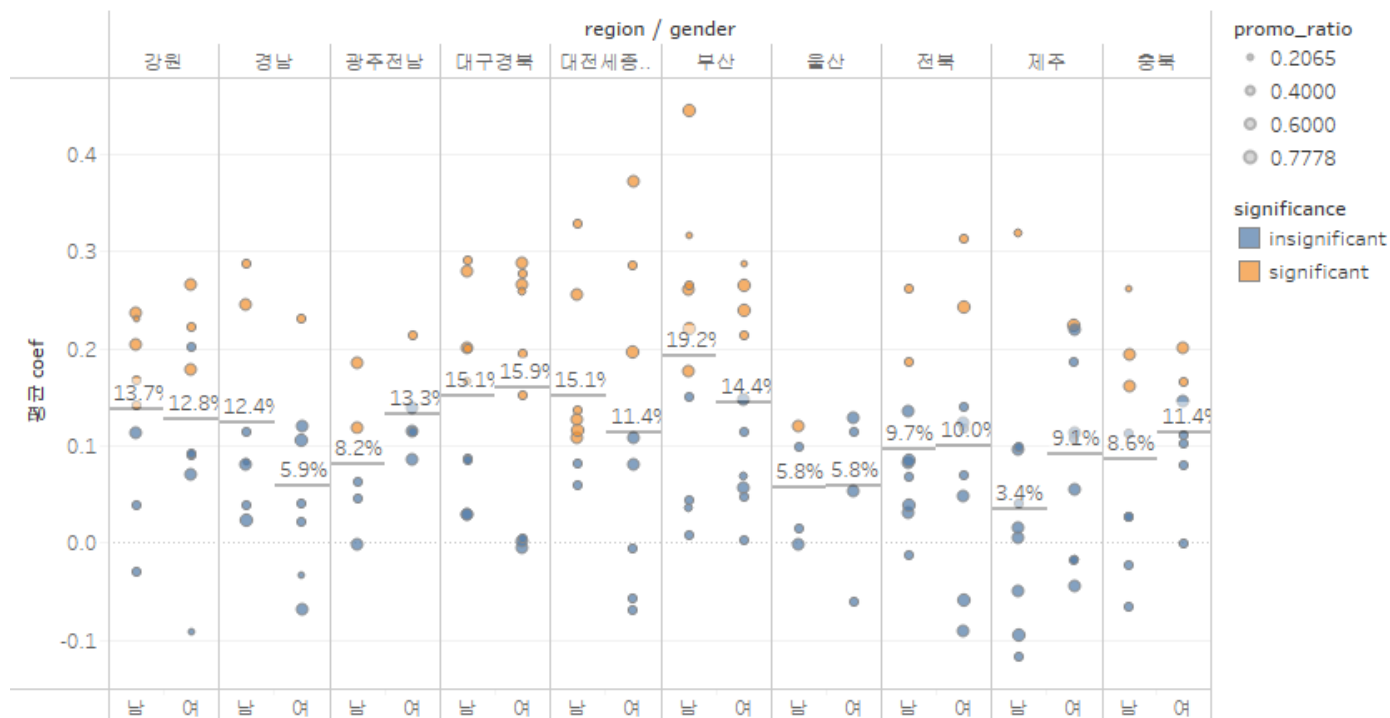
■ 분기별 프로모션 효과

- 기간을 분기별로 나눠 각 분기 내에서의 프로모션 효과를 측정하면

기간에 따른 자연적 변화가 프로모션에 미치는 영향을 통제할 수 있다.

- 분석 결과 지역에 따라 프로모션의 효과가 차이가 나며, 여성 또한 프로모션에 반응함을 확인할 수 있었다.

Promotion effect by region (Q)



External Intervention

- 특수 프로모션

- 적십자사는 앞서 살펴본 "기념품 추가증정 프로모션" 외에도 다양한 특수 프로모션들을 진행한다.
- 특수 프로모션의 경품은 "커피, 치킨 등 기프티콘, 특별 기념품, 여행 상품권, 스포츠 경기 관람권"등 다양하며 이들 프로모션의 효과를 알 수 있다면 추후 비용 효율적으로 헌혈자 수를 늘릴 수 있을 것이다.

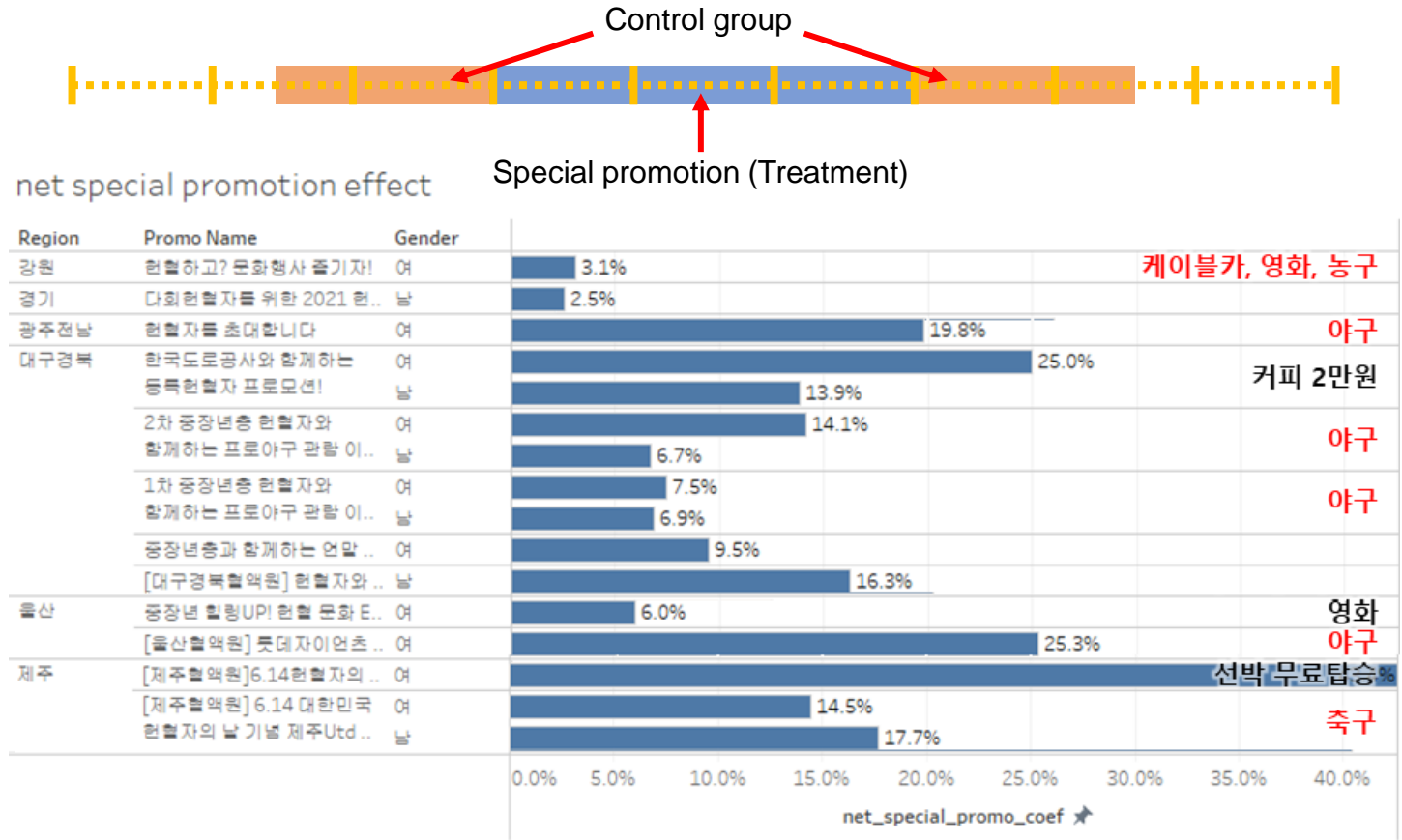
번호	구분	프로모션명	응모기간	기관명	작성일	조회수
11	지역	[강원] 헌혈은 사랑입니다!	2023.12.26 ~ 2024.01.05	강원혈액원	2023.12.22	6001
13	지역	[경남혈액원] 전혈 헌혈 기념품 추가 증정 프로모션	2023.12.26 ~ 2023.12.28	경남혈액원	2023.12.21	1219
12	지역	[인천혈액원] 부평센터 크리스마스 프로모션	2023.12.25 ~ 2023.12.25	인천혈액원	2023.12.20	4383
14	지역	[경남혈액원] 전혈 헌혈 기념품 추가 증정 프로모션	2023.12.22 ~ 2023.12.24	경남혈액원	2023.12.20	1179
15	지역	[충북혈액원] 전혈 및 혈소판 헌혈자 산리오 담요 추가 증정 프로모션	2023.12.18 ~ 2023.12.31	충북혈액원	2023.12.18	2652
16	지역	헌혈의집 동탄2센터 프로모션	2023.12.13 ~ 2023.12.31	경기혈액원	2023.12.13	3197
17	전국	연말연시 헌혈자 감사 프로모션	2023.12.13 ~ 2024.01.10	혈액관리본부	2023.12.13	144174
18	지역	[광주·전남] 10대·20대 모여라! 헌혈로 시작하는 따뜻한 겨울 프로모션	2023.12.15 ~ 2024.02.14	광주전남혈액원	2023.12.08	8240
19	ABO Friends	ABO Friends 대상 12월 라섹 수술이벤트	2023.12.08 ~ 2023.12.31	혈액관리본부	2023.12.06	9201
20	ABO Friends	[부산,경남,울산 우정여행] 행운을 선물하는 해변 열차 여행	2023.12.06 ~ 2023.12.17	혈액관리본부	2023.12.04	7255

External Intervention

- 특수 프로모션

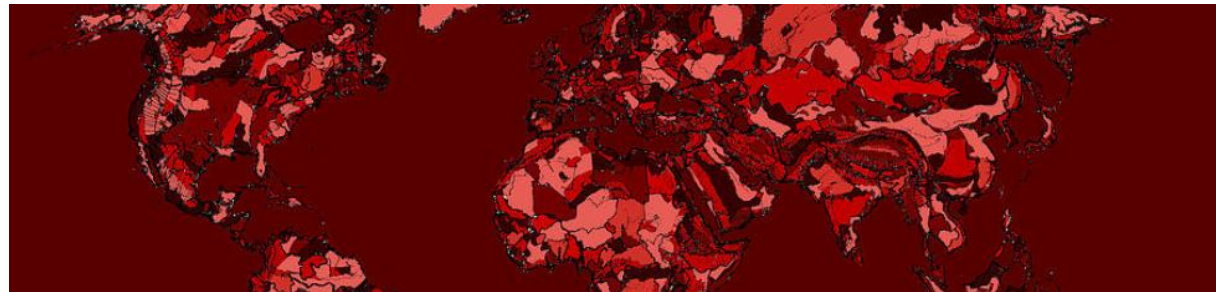
■ 특수 프로모션의 효과

- 지역내 특수 프로모션들중 "스포츠 관람 티켓 증정" 이 모든 지역에서 가장 많은 헌혈자 수의 증가 비율을 가졌다.
- 타 지역들에서도 헌혈자 수를 효과적으로 증가시킬 방법으로 "스포츠 관람 티켓 증정" 프로모션을 고려할 수 있을 것이다.



Summary

Swiss Institute of
Artificial Intelligence



- 공급량, 사용량, 보유량은 상호간 관계를 가진다.
- 공급량은 사용량이 줄어듬에 따라 **인위적으로 감소**시키기도 하며,
공급량 감소 또는 사용량 증가로 보유량이 감소할 경우 여러 방법을 통해 **인위적으로 증가**시킨다.
- 사용량 또한 사용량의 증가나 공급량의 감소로 보유량이 감소할 경우 인위적으로 사용량을 **인위적으로 감소**시킨다.
- 예측 불가능한 이벤트가 아닌 이상 "헌혈자 수"는 "프로모션", "축구 문자 발송"등 방법을 통해 일정하게 유지된다.
- 프로모션의 효과는 지역/성별에 따라 차이를 보인다.
- 특수 프로모션 중 효과적인 방법이 존재한다.