

第21回近畿臨床工学会

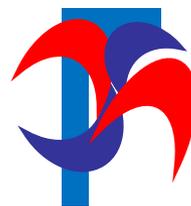
シンポジウム1「透析医療の飛躍に向けて」

日時：2014年10月12日（日）

場所：ピアザ淡海

-これからのHDF-

# on-line HDFの有用性と 可能性



五仁会元町HDクリニック  
臨床工学部

森上 辰哉

# 血液浄化膜に求められるもの（変遷）

かつては・・・

◆ 小分子量物質除去性能と生体適合性

\* 清浄度の高い透析液は求められない。(知らない)

その後・・・

◆ 小分子量物質除去性能（そこそこUP）

◆ 低分子蛋白( $\beta 2$ -MG)除去性能（合成高分子膜：シャープな分画特性）

◆ 生体適合性（大きく改善）→これも合成高分子膜が台頭

\* 清浄度の高い透析液が求められる。

近年では・・・

◆ 小分子量物質除去性能（そこそこUP）

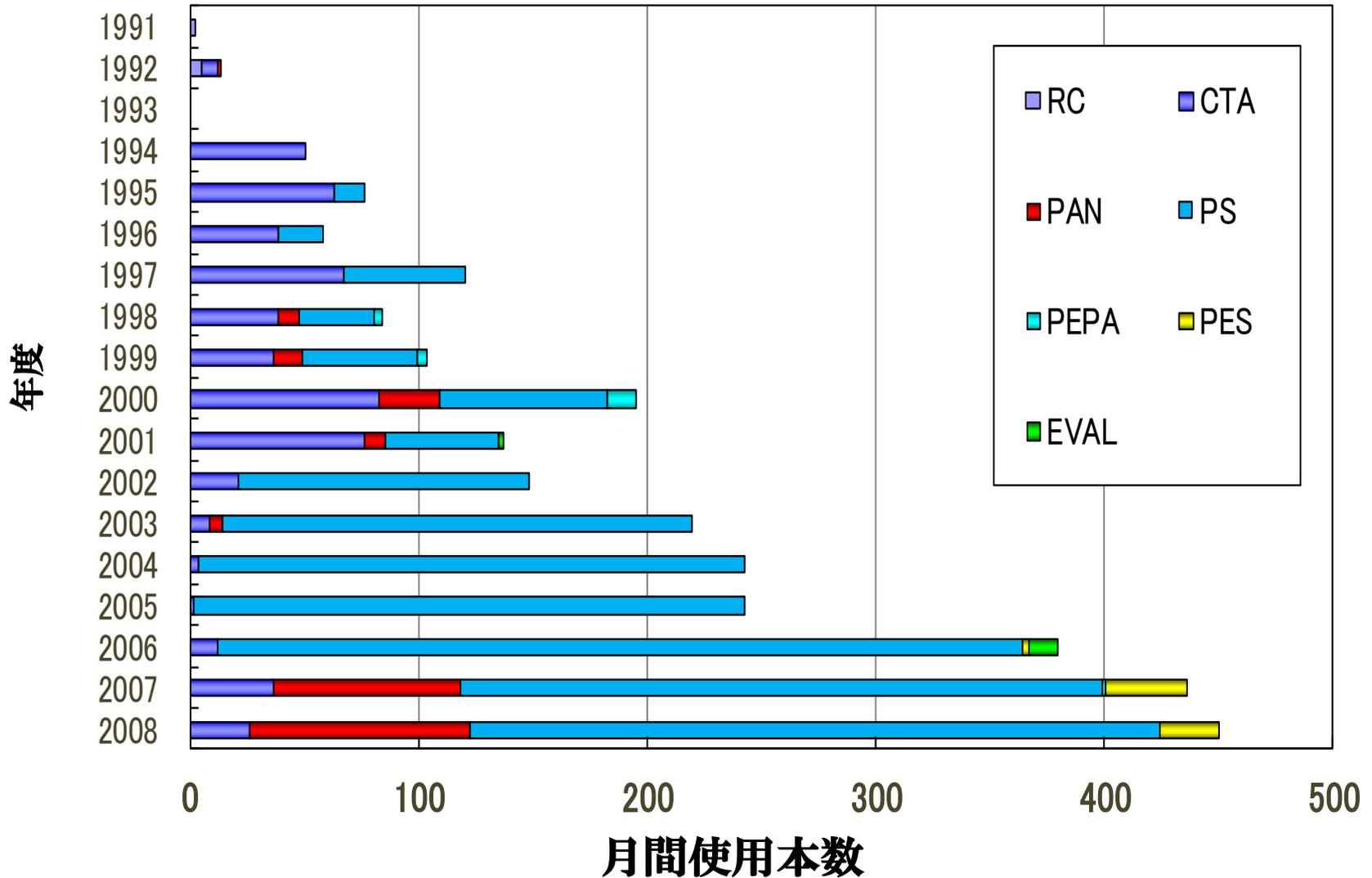
◆ 低分子蛋白( $\beta 2$ -MG・ $\alpha 1$ -MG)除去性能（より大分子側にシフト）

◆ 生体適合性（さらに改善）

\* 清浄度の高い透析液が特に求められる。

◆ コストパフォーマンス

# HDFに用いたダイアライザ



# HDF分類の考え方のポイント

## 治療効果面から

- 補充液の注入部位 (前希釈 or 後希釈)
- 補充液量

## 手技面から

- 注入方法 (Off-Line or On-Line)

**ヘモダイアフィルタの選択は重要！**

# HDFの臨床効果

## 報告されている短期臨床効果

1. 関節痛・関節周囲痛（滑膜炎）
2. 皮膚掻痒症
3. 慢性湿疹・皮膚乾燥・発汗障害
4. イライラ感・不眠・意欲低下
5. 全身倦怠感
6. 食欲不振

## 期待される長期臨床効果

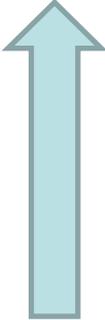
1. 透析アミロイドーシスの発症遅延・予防
2. 色素沈着の予防
3. 異化亢進・瘰癧の予防

# 除去の目的

透析アミロイドーシスを考えた場合

何が 除去したくて、  
何が 除去したくない のか？

除去ターゲットを明確にする。

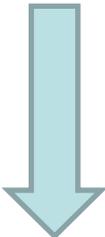


**$\beta$  2-MG** (MW11,800): アミロイド主要構成成分として同定

**$\alpha$  1-MG** (MW33,000): マーカー物質として

透析患者は健常者に比べて高値

---

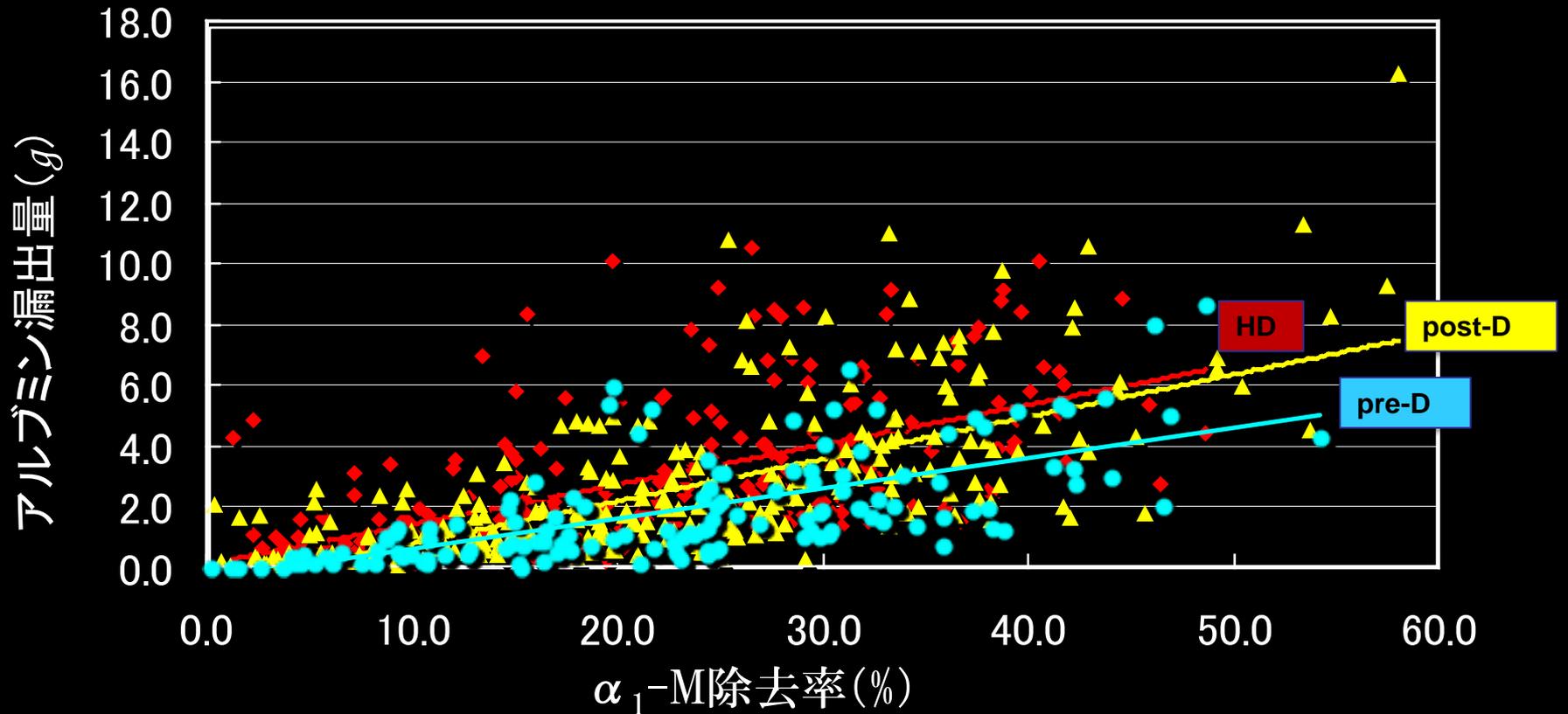


**アルブミン** (MW67,000): 栄養蛋白として必要

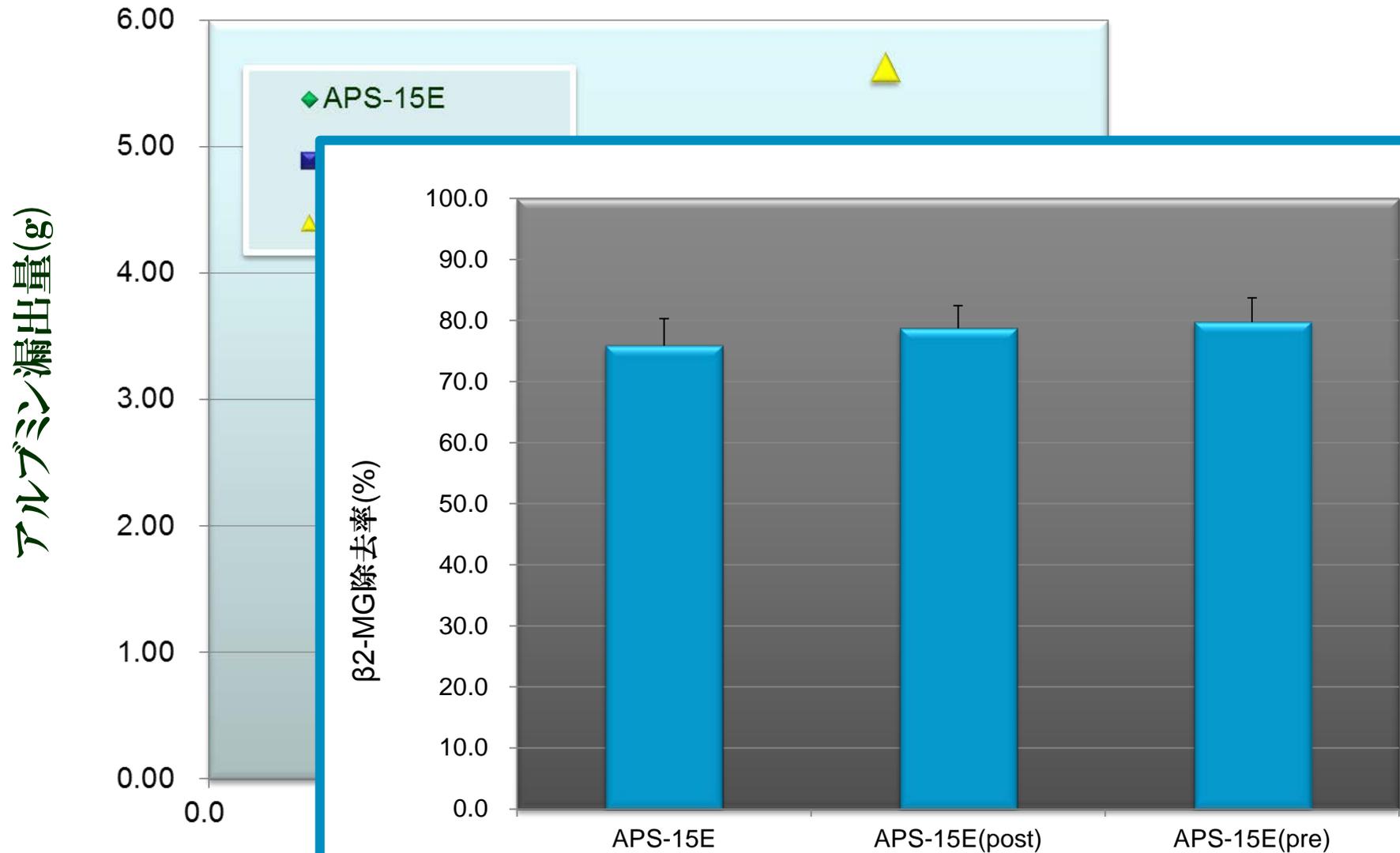
しかし… 結合物質に悪玉が存在？

# $\alpha_1$ -M・アルブミン分離能の比較

HD vs post-D vs pre-D



# β 2-MGの浄化法別除去性能比較



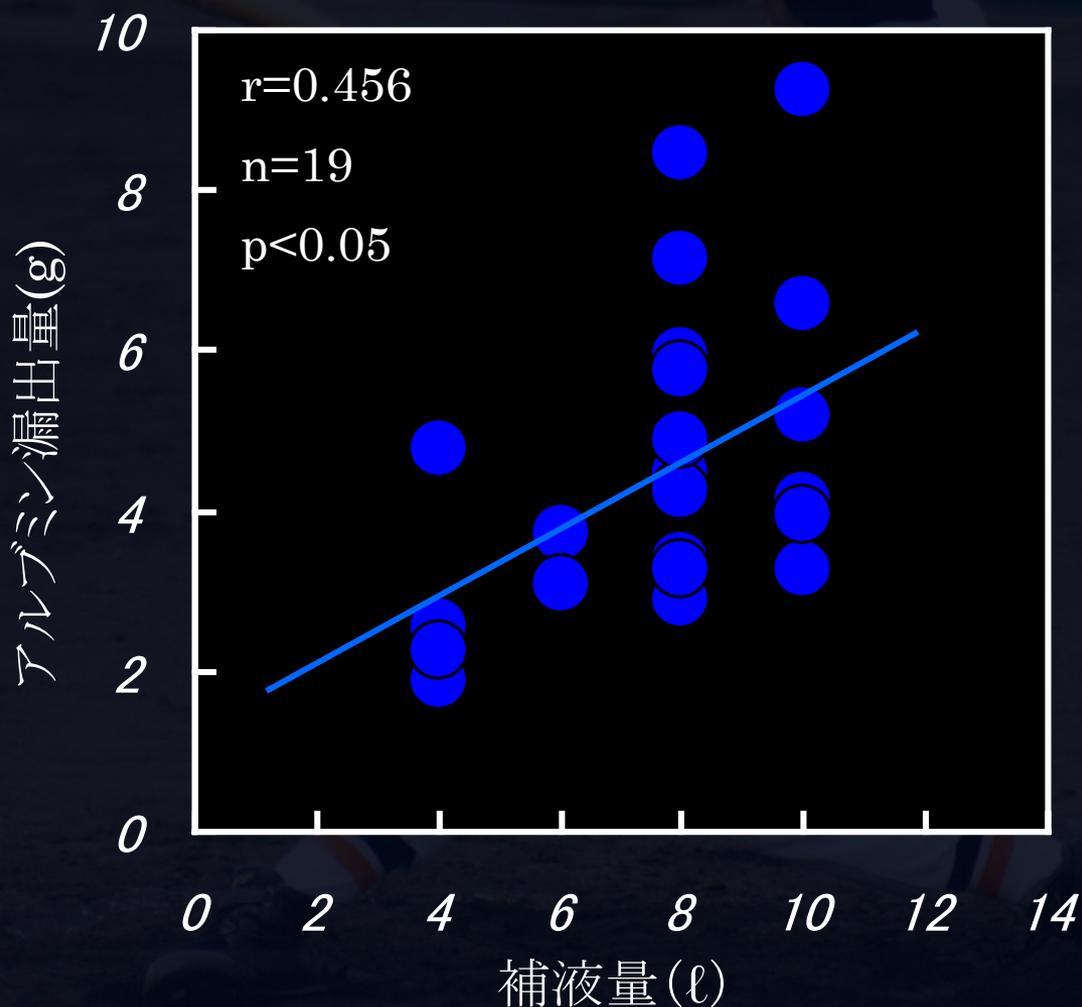
# ヘモダイアフィルタの膜材質，等

学会等発表データよりイメージ

メーカー名	品名	膜素材	内径 ( $\mu\text{m}$ )	膜厚 (ml)	滅菌法	Dry/ Wet	アルブミン損失量 (1セッション当たり)[g]	
							Pre-HDF ( $Q_s=200\text{mL}/\text{min}$ )	Post-HDF ( $Q_s=40\text{mL}/\text{min}$ )
旭化成 メディカル	ABH-F	PS	220	45	$\gamma$	W	0.5~1.5	1.5~3.0
	ABH-P	PS	200	45	$\gamma$	W	2.0~5.0	3.0~8.0
東レ メディカル	TDF-H	PS	210	40	$\gamma$	W	0.5~1.0	0.5~1.5
	TDF-M	PS	210	40	$\gamma$	W	1.0~3.0	2.0~5.0
ニプロ	MFX-eco	PES	200	40	$\gamma$	D	0.5~2.0	1.0~3.0
	MFX-Seco	PES	200	40	$\gamma$	D	2.0~5.0	3.0~8.0
	MFX-Ueco	PES	200	40	$\gamma$	D	3.0~8.0	—
	FIX-Seco	<u>ATA</u>	200	<u>25</u>	$\gamma$	D	2.0~5.0	3.0~8.0
日機装	GDF	PEPA	210	30	$\gamma$	W	3.0~8.0	—

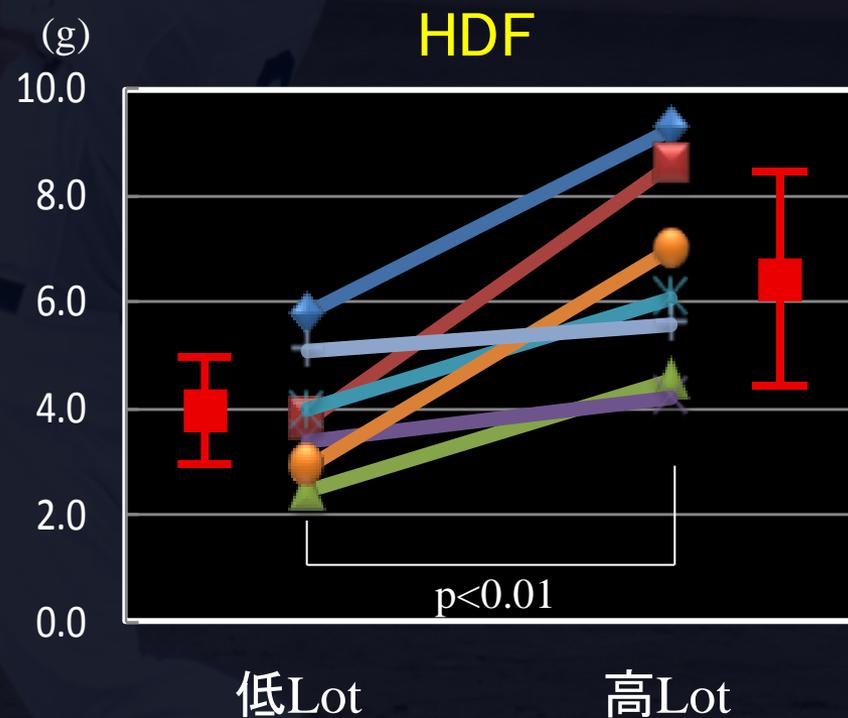
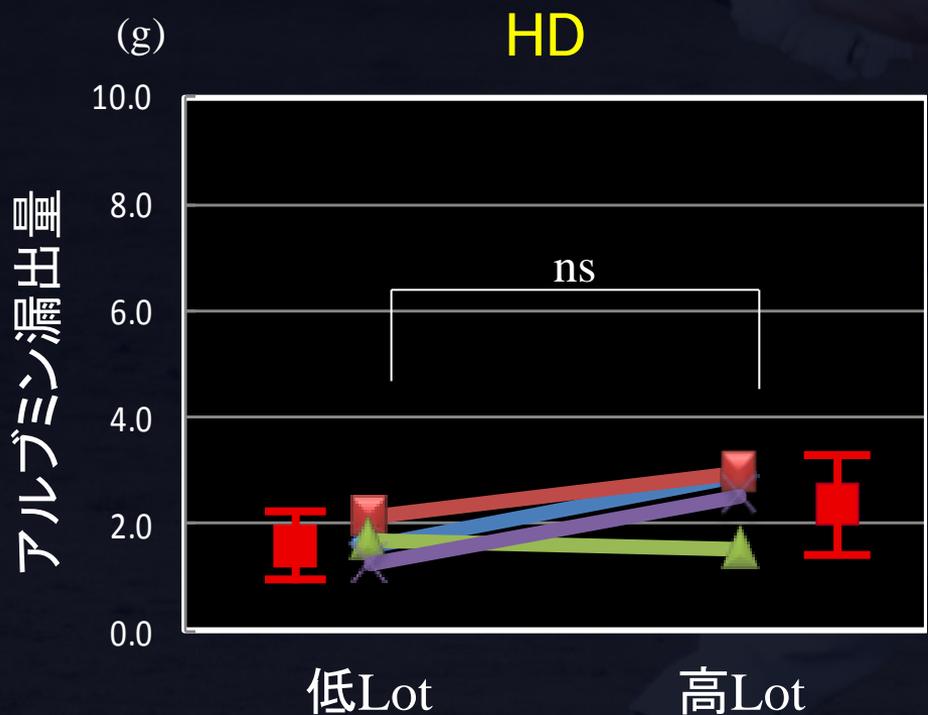
# 除去特性に関して解ってきたこと…

## 補液量とアルブミン漏出量の関係



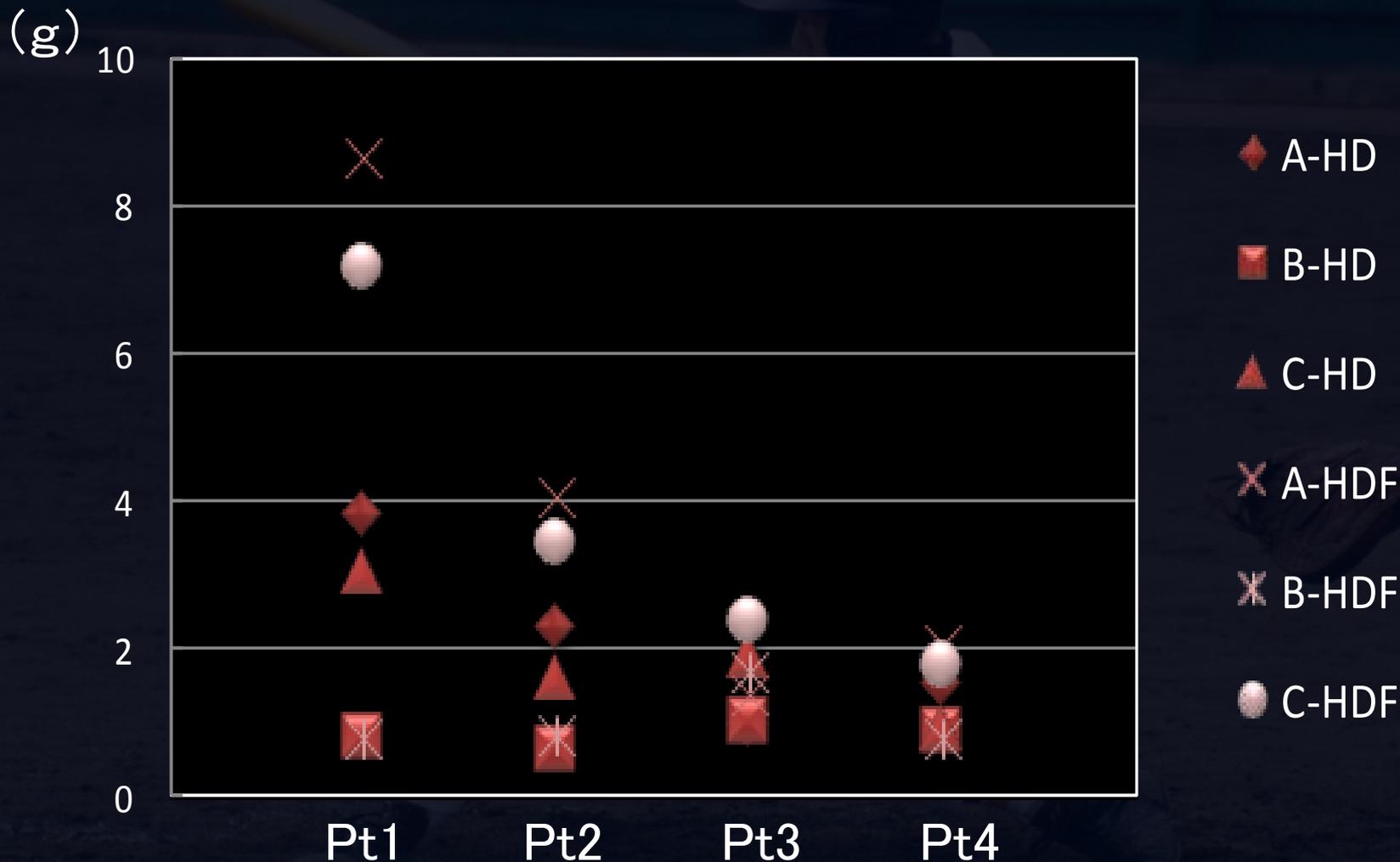
除去特性に関して解ってきたこと...

# 膜性能ロット間差 — アルブミン漏出量 —



除去特性に関して解ってきたこと...

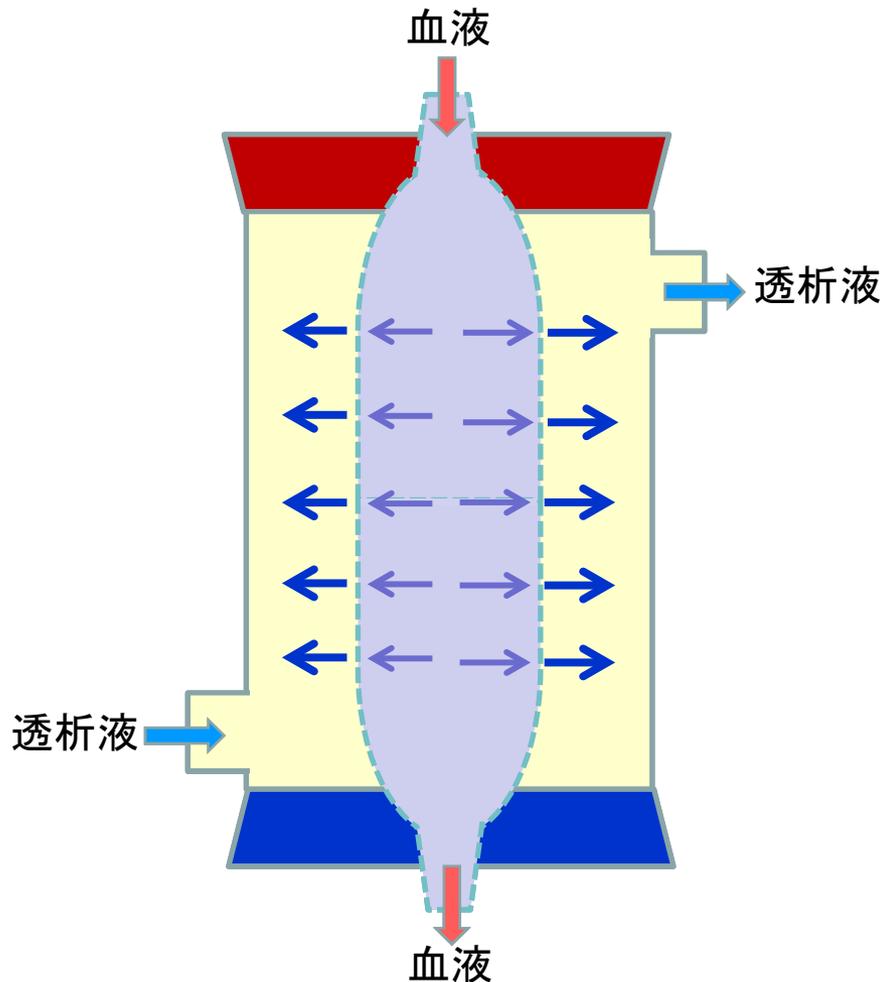
# 膜性能患者間差 — アルブミン漏出量 —



# TMPについて

TMPとは・・・

Trans Membrane Pressure : 膜間圧力差



## 定速濾過

濾過速度を一定にする。

膜のファウリングの進行と同時に、TMP

は経時的に増大する。

任意の時間の余剰体液量から、時間が経過するに従い、体液除去(除水)の負担が増大する。

## 定圧濾過

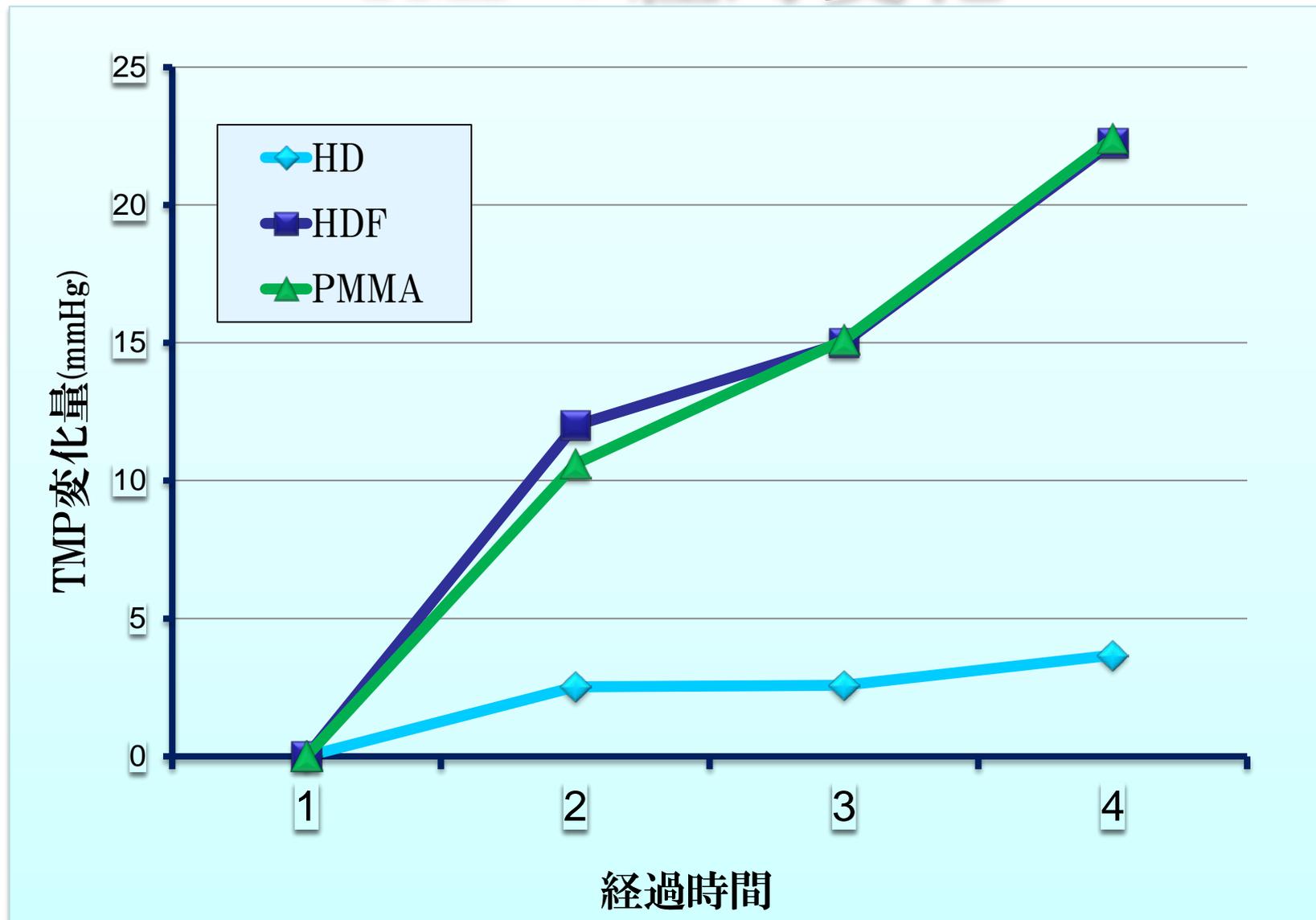
TMPを一定に保持する。

膜のファウリングの進行と同時に、濾過速度

は経時的に減少する。

任意の時間の余剰体液量と体液除去(除水)の負担は軽減される。

# TMPの経時変化



# 血液回路内の圧力測定部位

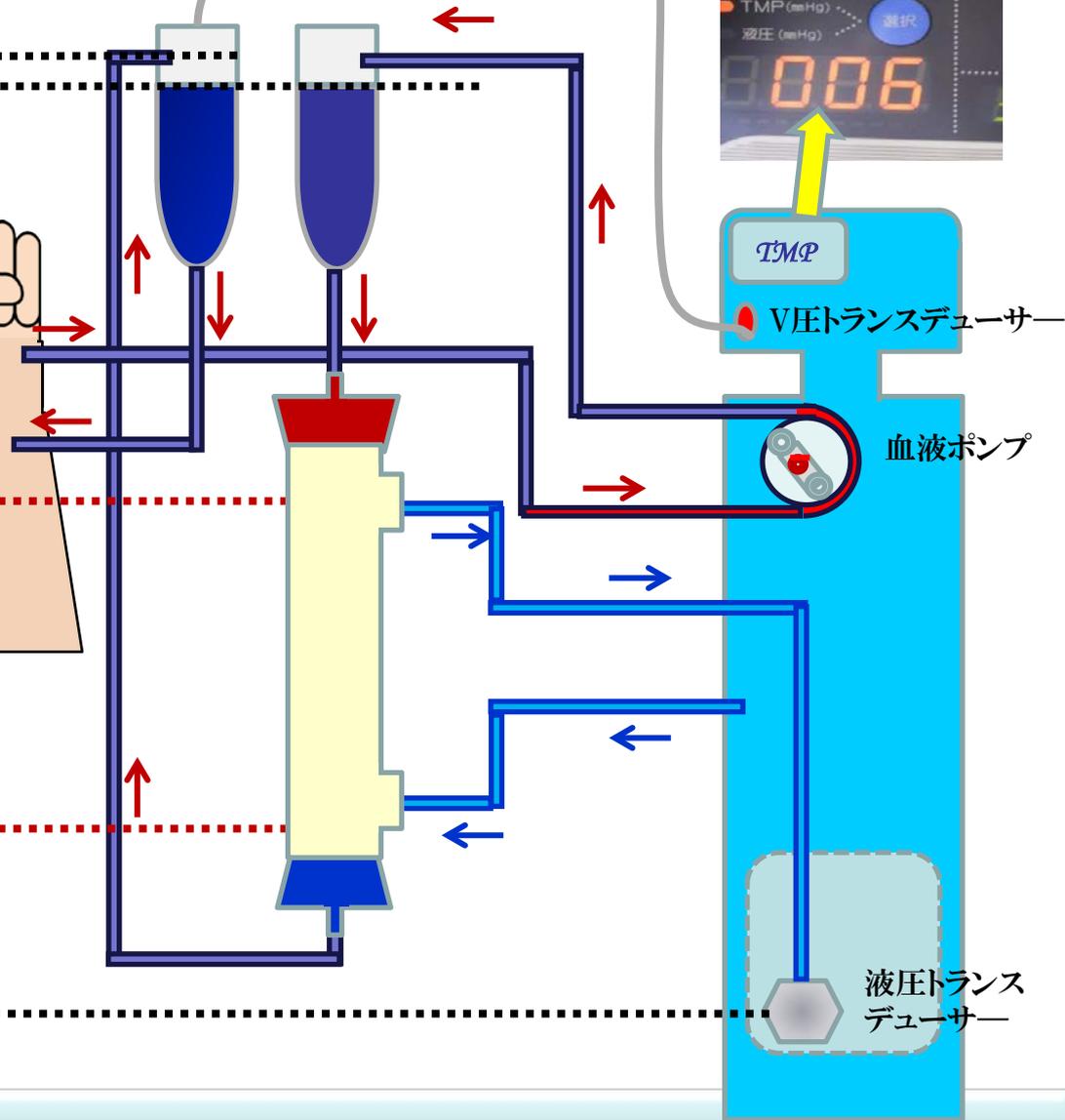
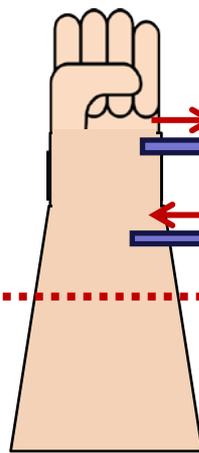
血液出口圧  
(モニタ表示値)

血液入口圧  
(モニタ表示値)

血液入口圧・透  
析液出口圧

血液出口圧・透  
析液入口圧

透析液出口圧  
(モニタ表示値)



# Qd変更による各部位圧力の変化

preHDF			postHDF				HD			
QD	Qd400	Qd600	QD	Qd300	Qd500	Qd700	QD	Qd300	Qd500	Qd700
PBi (装置表示値)	208.0	204.3	PBi (装置表示値)	195.3	194.7	197.3	PBi (装置表示値)	226.7	221.0	225.0
PBi補正	216.0	212.3	PBi補正	203.3	202.7	205.3	PBi補正	223.5	218.8	222.3
PBo (装置表示値)	108.7	110.0	PBo (装置表示値)	123.3	122.3	122.3	PBo (装置表示値)	128.5	125.8	127.8
PBo補正	131.7	133.0	PBo補正	146.3	145.3	145.3	PBo補正	151.5	148.8	150.8
PDi	106.3	110.0	PDi	118.3	120.0	123.3	PDi	162.5	162.0	166.8
PDo (装置表示値)	44.3	6.7	PDo (装置表示値)	101.0	71.3	30.3	PDo (装置表示値)	143.0	112.8	70.3
PDo補正	40.3	17.0	PDo補正	55.0	25.3	-15.7	PDo補正	97.0	66.8	24.3
TMP (4点法)	121.5	137.3	TMP (4点法)	49.7	62.8	83.0	TMP (4点法)	19.3	30.9	52.5
TMP (装置表示値)	115.7	154.0	TMP (装置表示値)	61.7	90.3	132.7	TMP (装置表示値)	10.0	38.0	81.8
(PBi+PDo) /2-Pdo	114.0	150.5	PBo-PDo	22.3	51.0	92.0	PBo-PDo	-14.5	13.0	57.5
			補正值	39.3	39.3	40.7	補正值	24.5	25.0	24.3

# QDを増加させた場合 浄化器内の圧力変化

## <pre-D>

PBi(不変), PBo(不変), PDi(不変), PDo(40mmHg ↓)  
PDoのみ低下。⇒ この分TMPが上昇(16mmHg ↑)

## <post-D>

PBi(不変), PBo(不変), PDi(微 ↑), PDo(40mmHg ↓)  
PDoが低下。⇒ この分TMPが上昇(21mmHg ↑)

## < HD >

PBi(不変), PBo(不変), PDi(不変), PDo(42mmHg ↓)  
PDoのみ低下。⇒ この分TMPが上昇(22mmHg ↑)

# QB変更による各部位圧力の変化

preHDF			postHDF			HD		
QB	QB140	QB200	QB	QB150	QB207	QB	QB135	QB210
PBi (装置表示値)	126.0	208.7	PBi (装置表示値)	143.0	202.0	PBi (装置表示値)	130.7	227.3
PBi補正	134.0	216.7	PBi補正	151.0	210.0	PBi補正	130.0	224.8
PBo (装置表示値)	54.3	110.0	PBo (装置表示値)	69.0	126.7	PBo (装置表示値)	64	129.5
PBo補正	77.3	133.0	PBo補正	92.0	149.7	PBo補正	87.0	152.5
PDi	53.7	109.0	PDi	16.7	108.3	PDi	82.8	165.5
PDo (装置表示値)	-16.7	5.0	PDo (装置表示値)	-15.7	69.0	PDo (装置表示値)	34.5	113.5
PDo補正	-41.0	16.3	PDo補正	-61.7	23.0	PDo補正	-11.5	67.5
TMP (4点法)	110.2	140.8	TMP (4点法)	105.5	75.7	TMP (4点法)	34.4	33.6
TMP (装置表示値)	145.3	155.7	TMP (装置表示値)	121.0	97.7	TMP (装置表示値)	36.3	40.5
(PBi+PDo) /2-PDo	106.8	154.3	PBo-PDo	84.7	57.7	PBo-PDo	29.5	16.0
			補正值	36.3	40.0	補正值	6.8	24.5

# QBを増加させた場合①

## 浄化器内の圧力変化

### <pre-D>

PBi(83mmHg ↑), PBo(56mmHg ↑), PDi(55mmHg ↑), PDo(57mmHg ↑)  
PBiの上昇幅が多い。⇒ 圧力損失増大。透析液側は平行に  
上昇している(圧力損失は不変)ので、この分TMPが上昇

### <post-D>

PBi(59mmHg ↑), PBo(58mmHg ↑), PDi(93mmHg ↑), PDo(85mmHg ↑)  
QB, QDそれぞれ平行に上昇  
QBに比べてQDの上り幅が大きい。⇒ TMP低下

### < HD >

PBi(95mmHg ↑), PBo(66mmHg ↑), PDi(83mmHg ↑), PDo(79mmHg ↑)  
PBiの上り幅に比べてPBoの上り幅は小さい。⇒ 圧力損失増大。  
しかし平均は血液側・透析液側同等であるからTMPは不変。

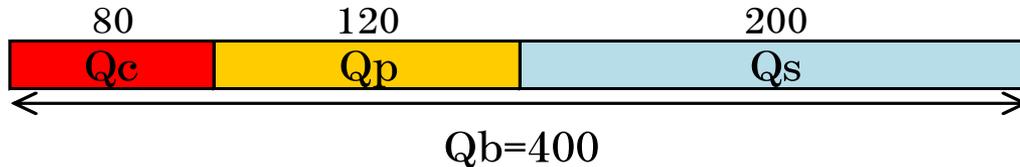
# QBを増加させた場合(PRE-D,POST-D)

## 浄化器内の血液濃縮

### <PRE-D>

Hct=40%,  $Q_f=0$ ,  $Q_s=200\text{mL}/\text{min}$

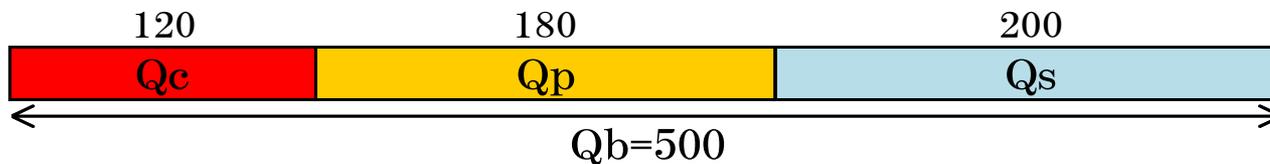
●  $Q_b=200\text{mL}/\text{min}$



Hct

20%

●  $Q_b=300\text{mL}/\text{min}$



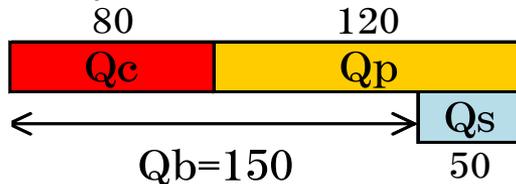
24%



### <POST-D>

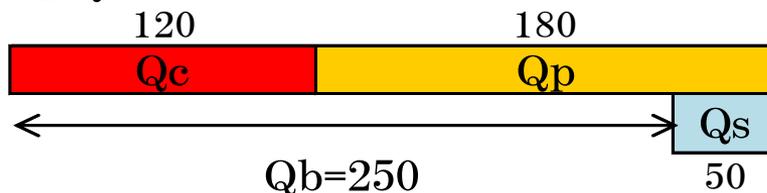
Hct=40%,  $Q_f=0$ ,  $Q_s=50\text{mL}/\text{min}$

●  $Q_b=200\text{mL}/\text{min}$



53%

●  $Q_b=300\text{mL}/\text{min}$



48%



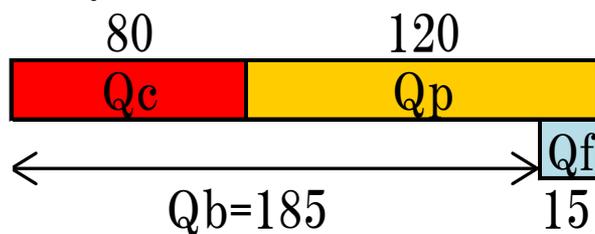
# QBを増加させた場合(HD)

## 浄化器内の血液濃縮

<HD>

Hct=40%,  $Q_f=15\text{mL}/\text{min}$ ,  $Q_s=0$

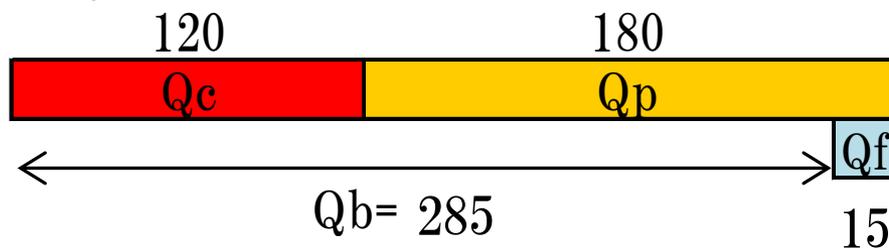
●  $Q_b=200\text{mL}/\text{min}$



Hct

→ 43%

●  $Q_b=300\text{mL}/\text{min}$



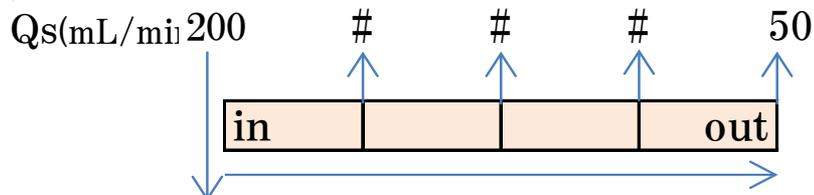
→ 42%

## QBを増加させた場合<pre-D>

# 浄化器内(4分割)の血液濃縮

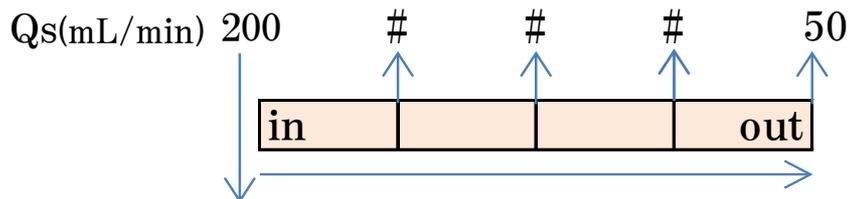
<pre-D>

● $Q_b=200\text{mL}/\text{min}$



$Q_B(\text{mL}/\text{min})$	400	350	300	250	200	
$Q_p(\text{mL}/\text{min})$	320	270	220	170	120	
$Q_c(\text{mL}/\text{min})$	80	80	80	80	80	
$Q_s(\text{mL}/\text{min})$	200	150	100	50	0	(mean)
Hct(%)	20	23	27	32	40	28.8

● $Q_b=300\text{mL}/\text{min}$



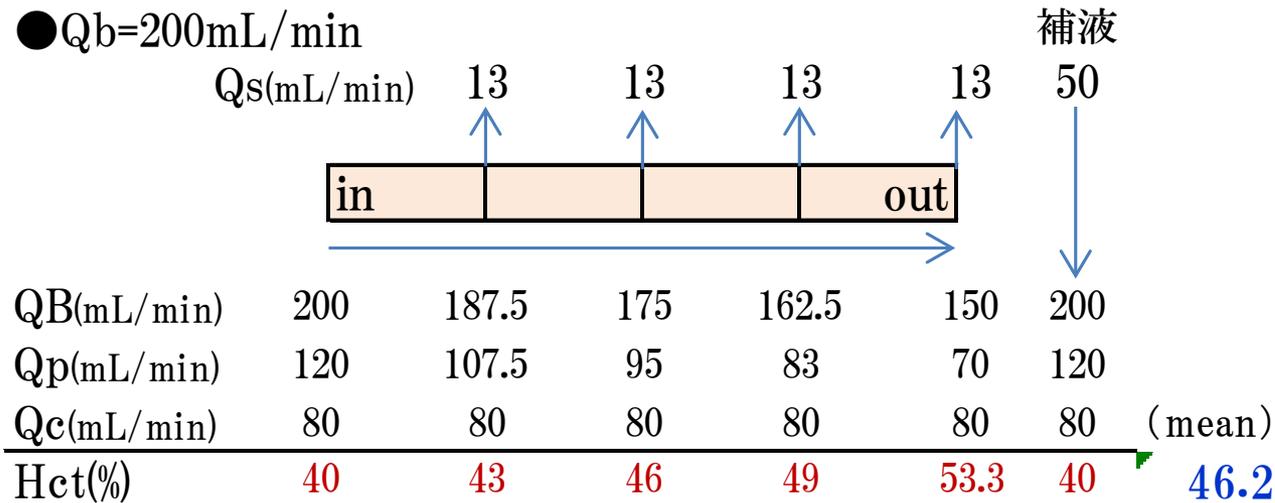
$Q_B(\text{mL}/\text{min})$	500	450	400	350	300	
$Q_p(\text{mL}/\text{min})$	380	330	280	230	180	
$Q_c(\text{mL}/\text{min})$	120	120	120	120	120	
$Q_s(\text{mL}/\text{min})$	200	150	100	50	0	(mean)
Hct(%)	24	27	30	34	40	31.0 ↗

## QBを増加させた場合<post-D>

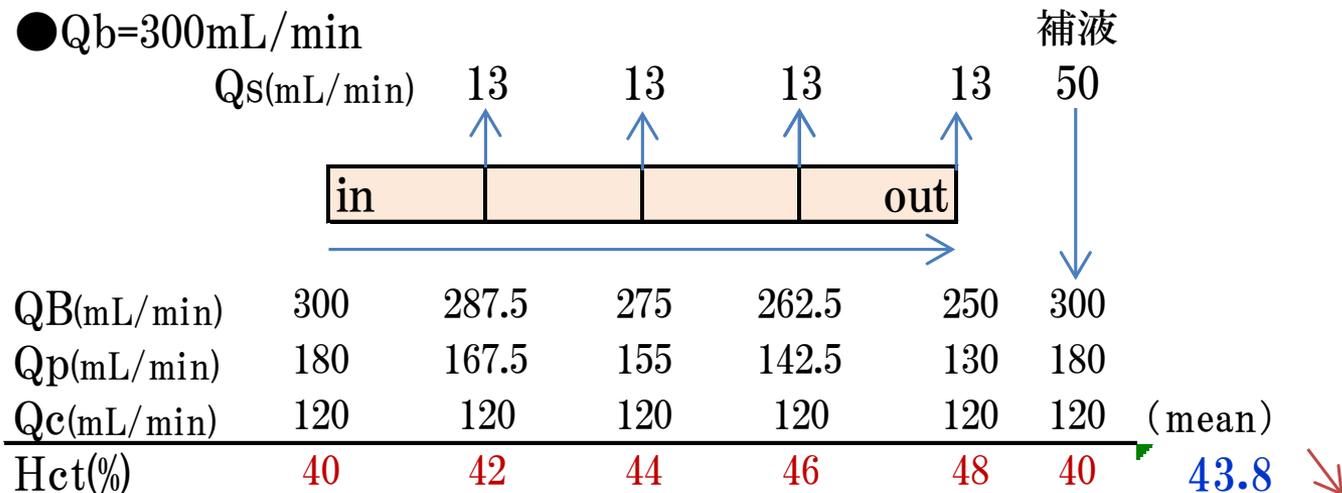
# 浄化器内(4分割)の血液濃縮

<post-D>

●  $Q_b=200\text{mL}/\text{min}$



●  $Q_b=300\text{mL}/\text{min}$

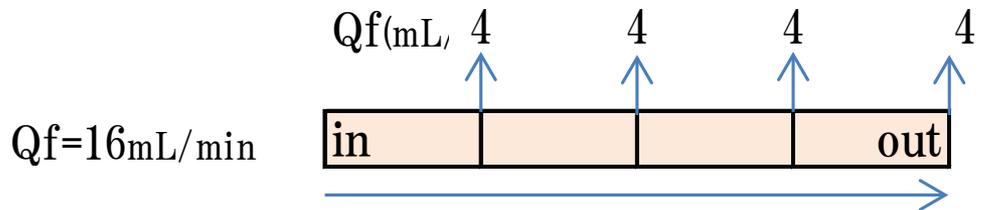


## QBを増加させた場合<HD>

# 浄化器内(4分割)の血液濃縮

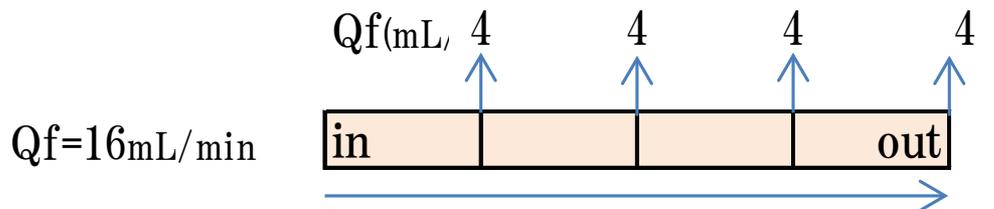
<HD>

●  $Q_b=200\text{mL}/\text{min}$



$Q_B(\text{mL}/\text{min})$	200	196	192	188	184	
$Q_p(\text{mL}/\text{min})$	120	116	112	108	104	
$Q_c(\text{mL}/\text{min})$	80	80	80	80	80	(mean)
Hct(%)	40	41	42	43	43.5	41.7

●  $Q_b=300\text{mL}/\text{min}$



$Q_B(\text{mL}/\text{min})$	300	296	292	288	284	
$Q_p(\text{mL}/\text{min})$	180	176	172	168	164	
$Q_c(\text{mL}/\text{min})$	120	120	120	120	120	(mean)
Hct(%)	40	41	41	42	42.3	41.1 ≡

# QD, QB増減によるTMPの変化 (まとめ)

1. QDを増加させると、  
いずれの浄化法でもTMPは上昇する。
2. QBを増加させると、  
TMPは通常HDでは同等、  
前希釈HDFでは上昇、  
後希釈HDFでは低下する。

# 血液浄化療法の今後・・・

## 今後の方向性

① 高性能浄化法(標準的時間治療で)の追及

- ◆ 各種血液透析濾過
- ◆ 吸着療法

② 時間・回数などの量的なエッセンスを重要視(HDP:hemodialysis productを一つの指標とする。)

- ◆ 長時間透析
- ◆ 短時間頻回透析

Uremic toxinの除去

と biocompatibility

適切なヘモダイアフィルタの選択と同時に、科学的根拠のある治療モードを設定する。