

酵素法による透析液中の 重炭酸濃度測定の検討

五仁会 元町HDクリニック 臨床検査部、同 臨床工学部¹、同 内科²

○清水 康、田中和弘、安岡真紀、森上辰哉¹、阪口剛至¹、
吉本秀之¹、田渕篤嗣¹、申 曾洙²

2016.06.12:大阪

日本透析医学会 COI 開示

筆頭発表者名： 清水 康

演題発表に関連し、開示すべきCOI 関係にある
企業などはありません。

はじめに

本邦における透析患者の重炭酸濃度測定は、主に血液ガス分析装置を利用したpHとpCO₂より炭酸－重炭酸系のヘンダーソンハッセルバルヒの式により演算された重炭酸濃度を用いており、透析液中の重炭酸濃度も、血液と同様に血液ガス分析装置を用いた演算値を参考にしているのが現状である

諸外国では生化学的分析手法を用いた電極法や酵素法により重炭酸濃度が求められている場合も多いが、本邦では普及していない

透析液は各透析施設にて使用時に適切な濃度の調製済み透析液となるため、精確な電解質濃度測定は重要であるが、重炭酸濃度については演算値であるため、pHとpCO₂それぞれの電極の測定精度や特性に演算値が委ねられる。調整後のCO₂拡散によるpHの上昇による値へ影響も懸念される

そもそも透析液中のpHとpCO₂が血液ガス分析装置で精確に測定できる保証がない

以上のことより、血液ガス分析装置より得られる重炭酸濃度に差異が生じ、混乱を招いている

目的

汎用生化学分析装置に導入可能な酵素法
を測定原理とする血中重炭酸塩測定キット
「ダイヤカラー[®]・CO2」を用いて、調製済み
透析液、希釈B液中の重炭酸濃度測定の
有用性について評価する

方 法

評価試薬・装置：東洋紡社製「ダイヤカラー[®]・CO2」
日立7180形生化学自動分析装置

評価方法

透析液(AF2・AF3・AF4)および希釈B液測定時の同時再現性
扶桑基準透析液(AF2・AF3・AF4)および希釈A液(AF4・CS)へ既
知濃度NaHCO₃添加透析液の測定

50mmol/LのNaHCO₃水溶液の希釈直線性

日常臨床使用の透析液および希釈B液測定

比較対照として、透析液はガス分析装置(RL850・348EX)の演算値
HCO₃⁻、ctCO₂との比較、希釈B液は電解質分析装置(EA07)のNa
値と比較した。

結果

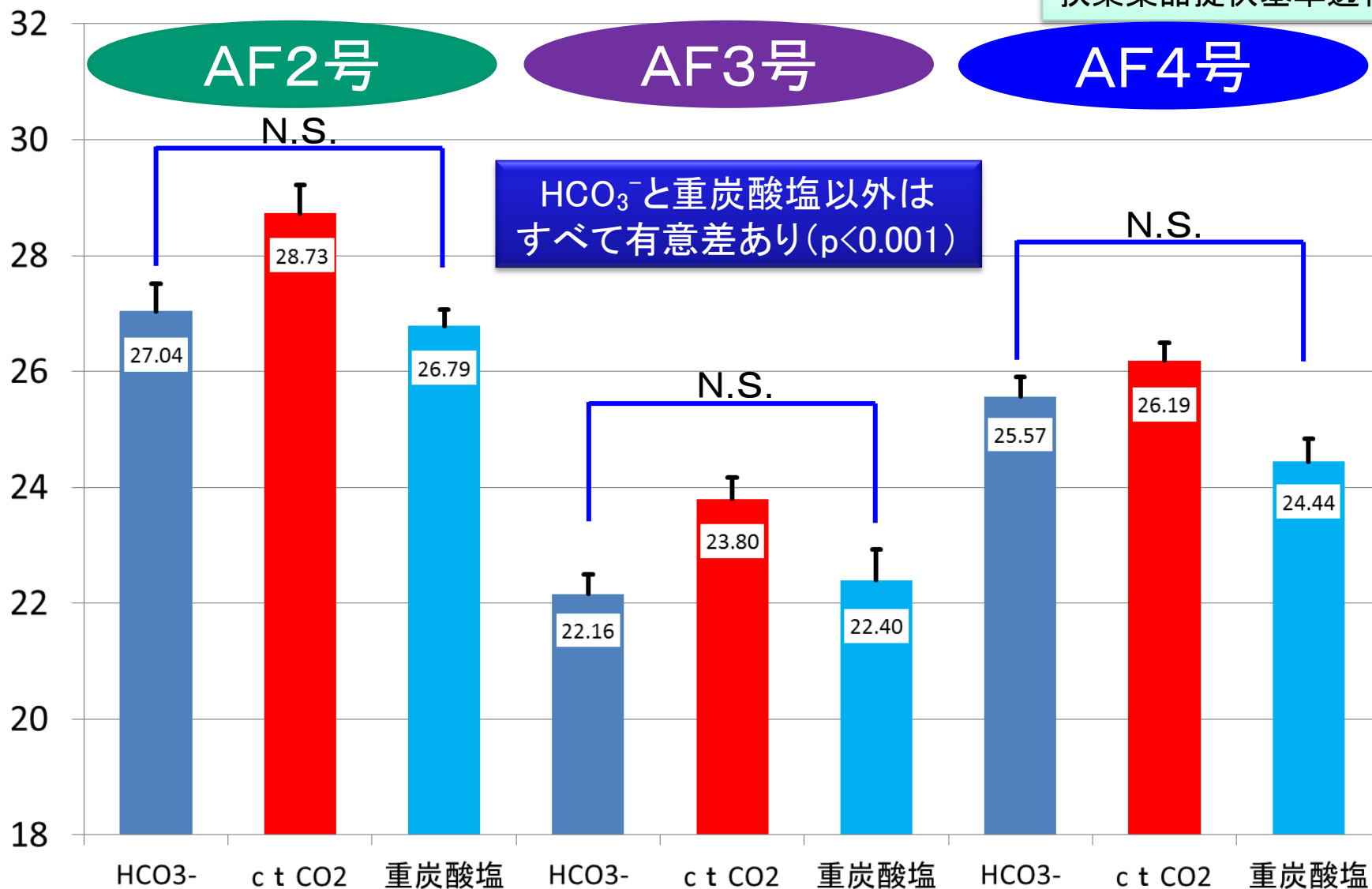
「ダイヤカラー[®]・CO2」の透析液・希釈B液の重炭酸塩、 ガス分析装置演算値(HCO₃⁻)およびEA07の希釈B液の Na測定値の同時再現性

	ダイヤカラーCO2				RL850	EA07	単位 (mmol/L)
	重炭酸塩				HCO ₃ ⁻	Na	
	AF-2	AF-3	AF-4	希釈B	AF-4	希釈B	
1	26.8	21.6	23.9	26.9	25.8	30.9	
2	27.1	22.4	24.0	27.9	25.5	30.9	
3	27.5	22.2	24.2	27.6	25.5	30.9	
4	26.9	21.7	24.2	28.0	25.4	30.9	
5	26.9	22.0	24.3	27.1	25.6	30.8	
6	27.0	22.2	24.1	27.3	24.8	30.9	
7	26.8	21.6	24.0	28.3	25.1	30.8	
8	26.6	21.8	23.9	26.7	25.0	30.8	
9	27.1	21.8	24.5	27.2	24.9	30.8	
10	26.4	22.1	24.4	27.9	25.5	30.8	
MEAN	26.91	21.94	24.15	27.49	25.31	30.85	
SD	0.30	0.28	0.21	0.53	0.33	0.05	
CV	1.11	1.27	0.86	1.92	1.32	0.17	
MIN	26.4	21.6	23.9	26.7	24.8	30.8	
MAX	27.5	22.4	24.5	28.3	25.8	30.9	
RANGE	1.1	0.8	0.6	1.6	1.0	0.1	

AF2・AF3・AF4号透析液のRL348EX ($\text{HCO}_3^- \cdot \text{ctCO}_2$)と「ダイヤカラー[®]・CO2」による重炭酸塩測定結果

扶桑薬品提供基準透析液

(mmol/L)



結果

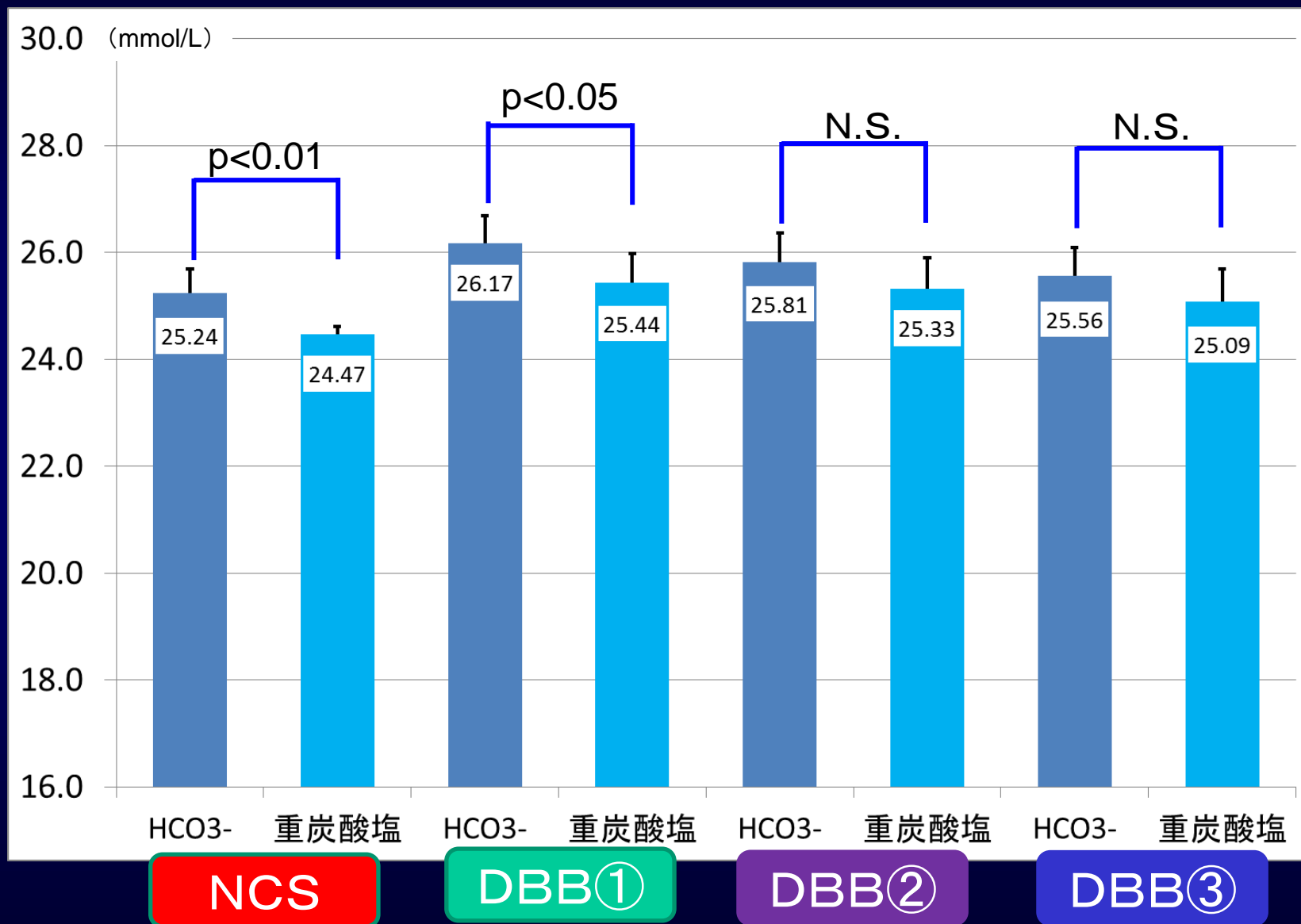
AF4号の希釈A液へのNaHCO₃添加試験

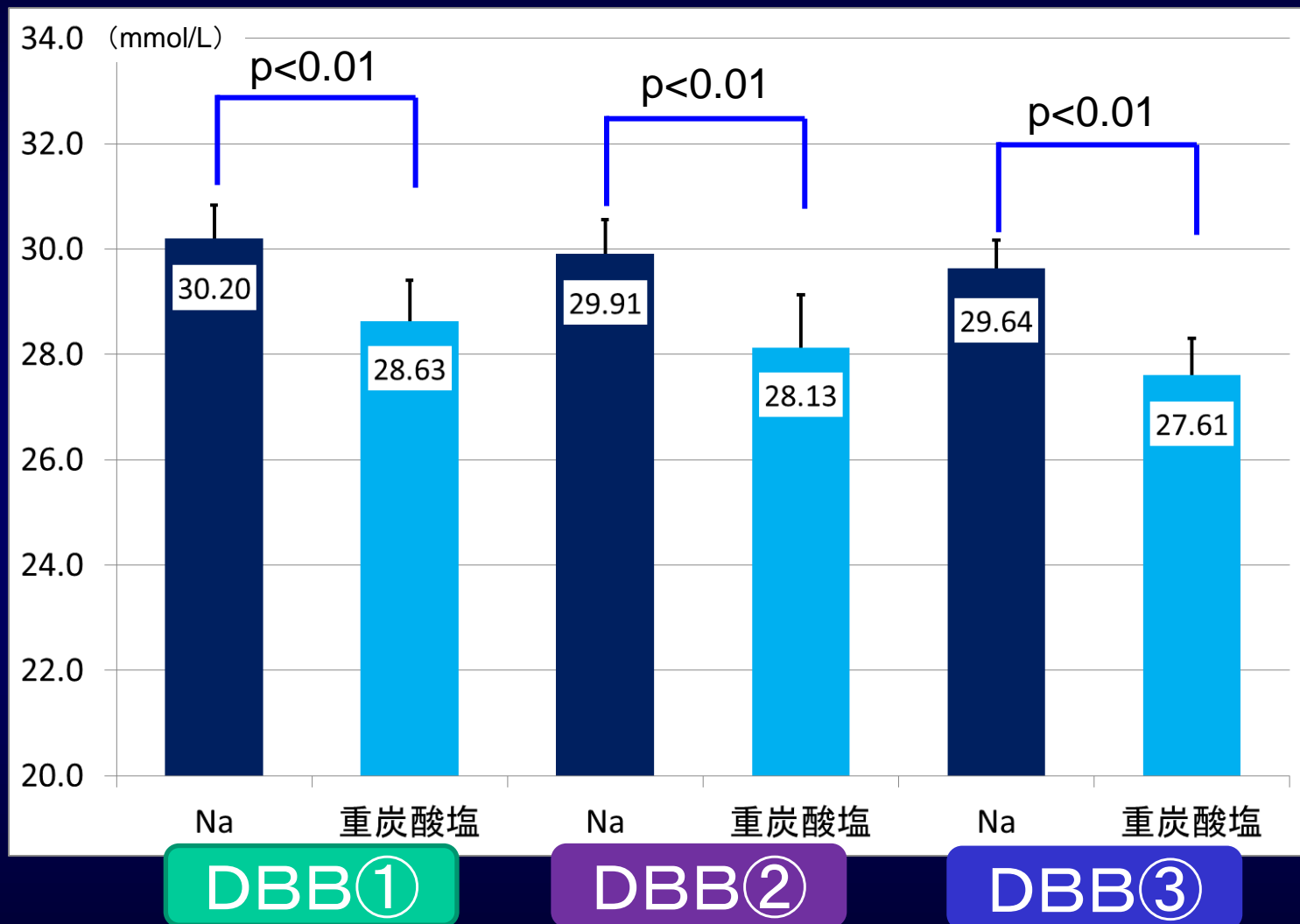
NaHCO ₃ 添加量		0.0	22.5	27.5	32.5
EA07	Na	113.1	135.6	140.2	145.5
RL348EX	Na	—	135.0	140.0	144.3
	pH	—	7.122	7.220	7.281
	pCO ₂	—	64.3	62.8	66.0
	HCO ₃ ⁻	—	20.5	25.1	30.4
	ctCO ₂	—	22.5	27.0	32.4
ダイヤカラー	重炭酸塩	—	20.2	24.5	29.8

カーボスターの希釈A液へのNaHCO₃添加試験

NaHCO ₃ 添加量		0.0	30.0	35.0	40.0
EA07	Na	105.9	135.5	139.8	145.0
RL348EX	Na	—	135.0	140.0	144.0
	pH	—	7.434	7.504	7.538
	pCO ₂	—	42.8	43.2	45.1
	HCO ₃	—	28.1	33.2	37.5
	ctCO ₂	—	29.4	34.5	38.9
ダイヤカラー	重炭酸塩	—	27.8	32.7	37.3



臨床使用透析液におけるRL348EXのHCO₃⁻と「ダイヤカラー[®]・CO₂」による重炭酸塩測定結果(7日間)

個人用透析装置の希釈B液におけるEA07のNaと「ダイヤカラー[®]・CO2」による重炭酸塩測定結果(7日間)

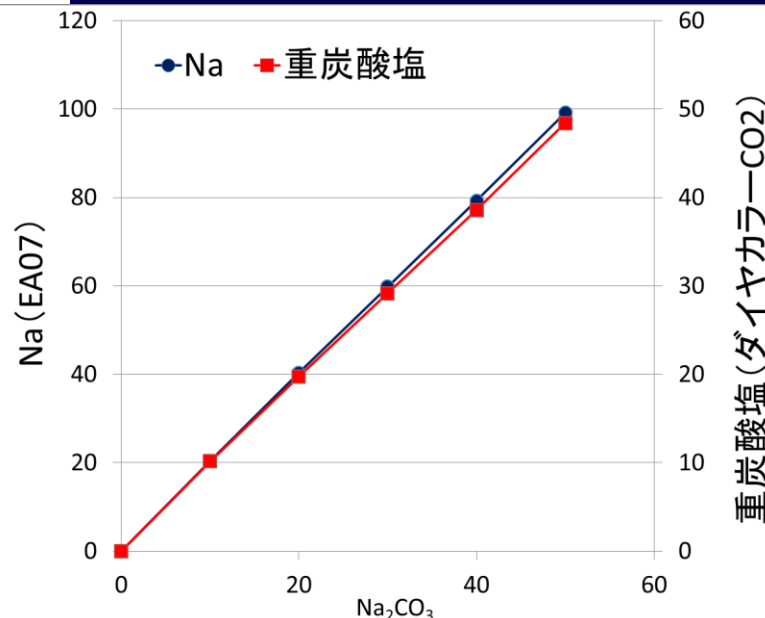
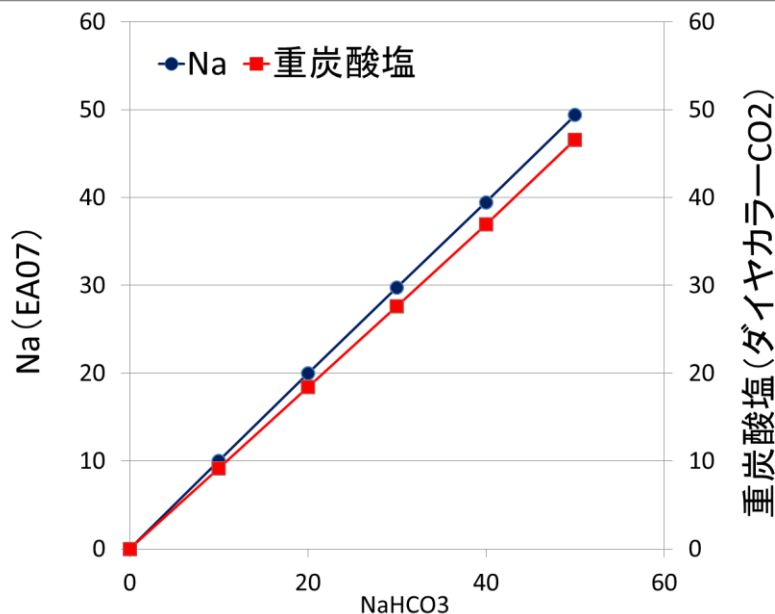
結果

「ダイヤカラー[®]・CO2」

炭酸水素ナトリウム (NaHCO₃)
希釈直線性

炭酸ナトリウム (Na₂CO₃)
希釈直線性

単位 (mmol/L)



NaHCO₃ (Na⁺ + HCO₃⁻) が水に溶解するとH₂OからHを奪い (CO₂ + H₂O ⇌ H₂CO₃ ⇌ H⁺ + HCO₃⁻) この反応が左へ進みCO₂の発生とともにH⁺が減じOHが増えアルカリ性となる (pH8.3)
この状態でのHCO₃⁻存在形態は10%弱がCO₃²⁻となるため、Na濃度と合わず正確に測定できない

Na₂CO₃ (2Na⁺ + CO₃²⁻) が水に溶解するとH₂OからHを奪い (H⁺ + CO₃²⁻ → HCO₃⁻) この反応がほぼ100%右へ進みH⁺が減じOHが増え強アルカリ性となる (pH12)
このpH状態でのHCO₃⁻存在形態が100%となるため、Na濃度と合い測定可能

まとめ

酵素法は溶存している HCO_3^- と特異的に反応するため、透析液測定においては溶存 CO_2 量を加味した理論濃度ではなく、ガス分析装置の重炭酸演算値と近似した。

希釈B液は NaHCO_3 水溶液中の存在様式上、 HCO_3^- の割合が減少するため、カウンターイオンで理論値が得られるNa値より低値を示し、B液測定には問題を認めた。