



日本中央競馬会  
特別振興資金助成事業

# 牛蹄フィールド調査報告書

(修正版)

乳牛削蹄技術安定化事業

蹄角度調査委員会

(平成30年度～令和2年度)



公益社団法人 日本装削蹄協会



## はじめに

国は「家畜改良増殖目標（令和2年3月公表）」において、我が国の家畜の改良・増殖においては、長年にわたる関係者の取り組みにより、家畜の能力や生産性、畜産物の品質等が大幅に向上してきたが、今後、課題となっている「強み」のある畜産物の生産を、より効率的に進めるためには、改良に資するデータをいかに効率的に集約・分析して、「家畜づくり」に生かすことができるかが鍵となるとしています。また、「農場（生産者）」において、特に家畜の生産性を高めるために、データを活用した繁殖性や飼養管理技術の向上、家畜を快適な環境下で飼養することにより生産性の向上に資するアニマルウェルフェアの取り組みも大切であるとしています。

飼育牛において、適切な削蹄による蹄の管理は安定した駐立と健全な歩行の確保が期待できます。この適切な削蹄によるストレスや痛みの緩和・除去などの効果は、適度な運動も可能となり、アニマルウェルフェアにおける「苦痛、傷害及び疾病からの自由」と「通常の行動様式を発現する自由」に繋がると考えています。さらに快適な環境下で飼育することは乳牛酪農家の生産性と飼養牛の長命連産が向上することが知られています。

そこで本会では JRA 特別振興資金の助成を受けて、平成 30 年度から令和 2 年度の 3 年間にわたって蹄角度等を測定調査する「牛蹄フィールド調査」を実施致しました。本調査は、当初から獣医師や酪農に精通した有識者によって構成された調査委員会のご指導のもと、多くの酪農家および認定牛削蹄師のご協力を得て実施されたものであり、1000 例を超えるデータを集積し、正確な統計プログラムを使って解析した内容であります。酪農家の皆様並びに削蹄師の皆様方におかれましては、経営方針や規模も異なるわけではありますが、日常の護蹄管理全般にわたり、今回の調査結果を活用していただくことが出来れば、本会としても大いなる喜びとするところであります。

末尾になりましたが、本調査においては新型コロナウイルス感染症の世界的流行の中、予定通りの調査頭数を確保できたことによって、十分な解析が可能となりました。この成果をご披露できたことは、ひとえに皆様方のご協力の賜物と存じます。ご協力いただいた酪農家、削蹄師、調査委員の各位はもとより総括的指導にひとかたならぬご尽力を賜りました農林水産省消費安全局の担当者の皆様方に厚くお礼申し上げます。

公益社団法人 日本装削蹄協会  
会長 佐藤 浩二



# 目次

## 牛蹄フィールド調査報告

事業における調査の目的 .....	1
測定部位 .....	2
蹄角度調査シート・測定器具 .....	3
データ頭数と協力牧場・削蹄師数 .....	4
日装式全体・日装式+繋ぎ牛舎 .....	5
日装式+フリーストール・日装式+フリーバーン .....	6
ダッチメソッド全体 .....	7
ダッチメソッドアメリカン・ダッチメソッドヨーロッパ .....	8
日装式+趾皮膚炎・日装式+蹄底潰瘍 .....	9
統計方法 .....	10
日装式における前肢VS後肢外蹄VS後肢内蹄の比較検定・	
日装式における繋ぎ牛舎VSフリーストールVSフリーバーンの比較検定 .....	11
(参考) 日装式における平均値一覧 .....	12
日装式全体とダッチメソッド全体の比較検定・	
(参考) 日装式とダッチメソッド全体の平均値一覧 .....	13

日装式全体vsDMアメリカンvsDMヨーロッパ人の比較検定・

(参考) 日装式全体・DMアメリカン・DMヨーロッパ人の平均値一覧 .... 14

日装式における疾病なしvs趾皮膚炎vs蹄底潰瘍の比較検定・

(参考) 日装式における疾病なし・趾皮膚炎・蹄底潰瘍の平均値一覧 ..... 15

背壁を鑿削して蹄角度を調整した割合・DMAM のにおける各種平均値 ..... 16

日装式+フリーストールにおける各種平均値・

日装式+フリーバーンにおける各種平均値..... 17

日装式における平均値を基にした模式図（前蹄） ..... 18

日装式における平均値を基にした模式図（後蹄） ..... 19

DM 式における平均値を基にした模式図（前蹄） ..... 20

DM 式における平均値を基にした模式図（後蹄） ..... 21

まとめ ..... 22

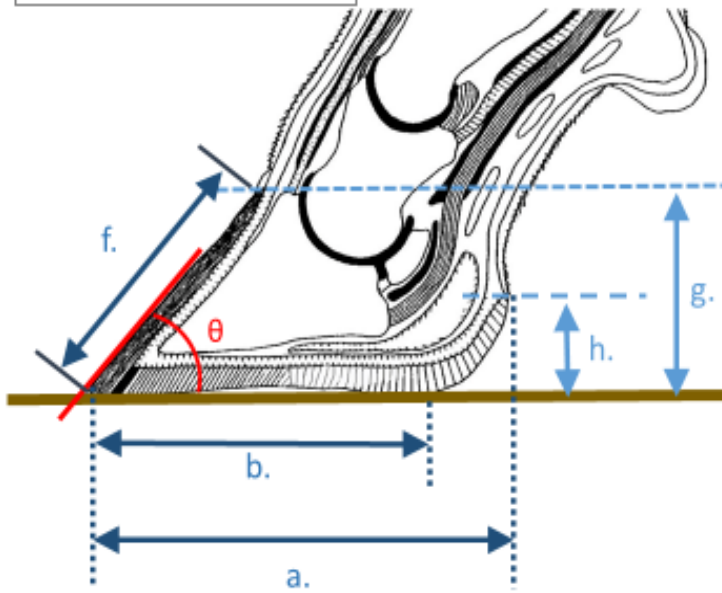
# 牛蹄フィールド調査報告

## 事業における調査の目的

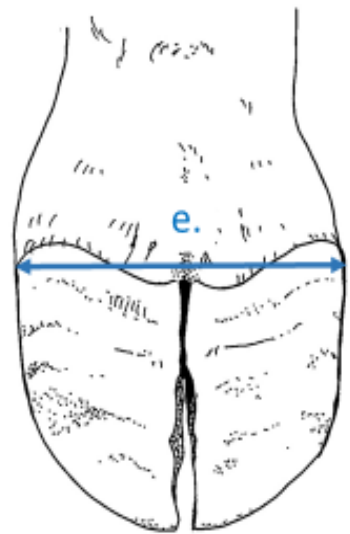
酪農においては、国内戸数の80%を牛飼養頭数80頭以下の中・小規模農家が占めている。とりわけ小規模農家での削蹄では、作業スペースを大きく取らずに単独保定あるいは簡易枠場で牛を保定し、手際よく削蹄する従来から日本で発展してきた日装式削蹄法が適している。本法では、牛にとって快適かつ蹄病の少ない蹄形として蹄角度を45～50度になるよう調整する。対して大型牧場では、油圧式機械枠場による保定と電動削蹄機を用い、多頭数を短時間で処置できる海外式削蹄法が好まれる。近年、海外式削蹄法の応用として蹄角度が50～55度になるように踵を高くする技術が日本に紹介されている。不適切かつ不安定な削蹄では、バランスの良い蹄形とならないばかりか牛にストレスとなって生産性が低下すると共に蹄病発生を助長する可能性がある。乳牛酪農家の生産性向上ならびに飼養牛の長命連産をはかるために、蹄角度に着目した削蹄技術の国内現況を早急に調査し、牛に安全で蹄病予防につながる護蹄管理技術を見直し、あらためて知識を普及・啓発する必要がある。そこで、ホルスタイン種乳用牛において実施された削蹄後の蹄角度や蹄壁長等を測定調査し、データを蓄積することで既存の推奨値と比較し、生産性の向上とアニマルウェルフェアにつながる蹄における基準値を設定する。

# 測定部位

## 蹄角度などの測定部位



## 蹄前望(やや斜め上から)



$\theta$  : 蹄角度

e; 蹄冠の最大横径

a; 蹄の縦径

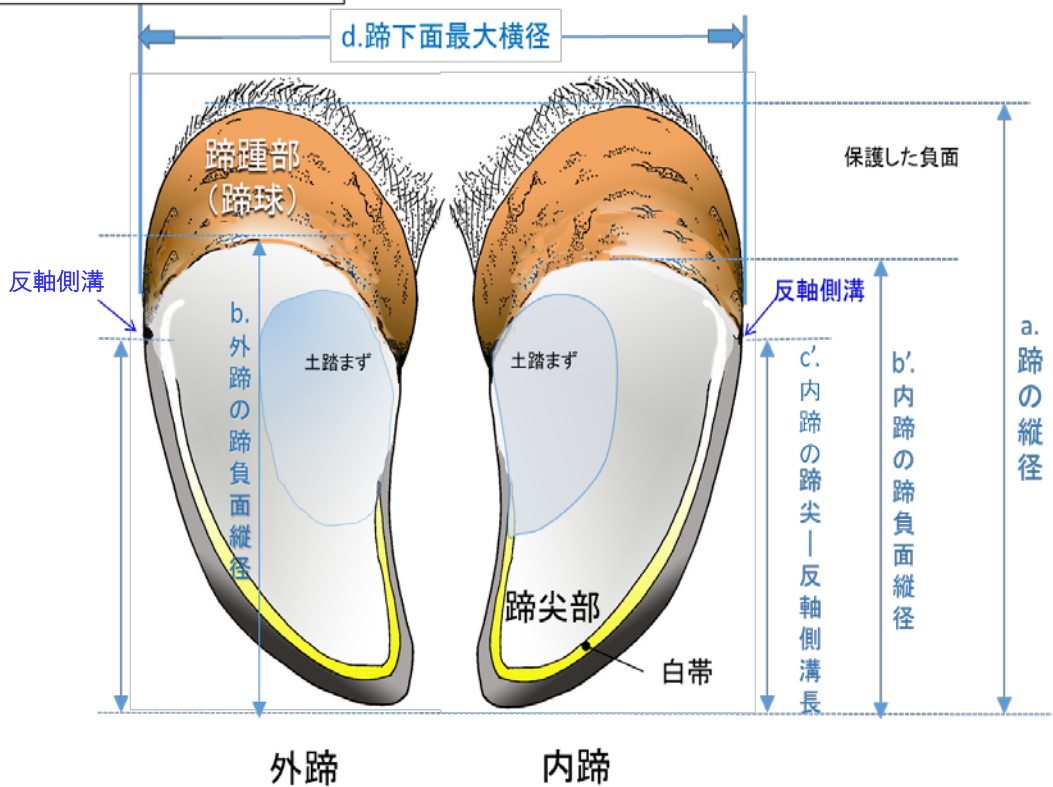
f; 背壁長(蹄尖壁の長さ)

b; 蹄負面の縦径

g; 蹄前面の蹄冠高さ(内外蹄別)

h; 蹄後面の蹄冠高さ(内外蹄別)

## 後肢(左後)の蹄下面からの測定





# 蹄角度調査シート

蹄角度調査シート											【計測の注意点】			
農場名:		飼蹄師名:		飼蹄技術: ・日装式 ・ダッチメソッドヨーロッパスタイル ・ダッチメソッドアメリカンスタイル ・上記と異なる方法 (どんな方法?)									* 1農場あたり6頭を目標	
牧場情報: 牛舎形態: ・繋ぎ牛舎 ・フリーストール ・フリーバーン ・その他(放牧繋養他)											* 1頭あたり前肢外蹄と後肢内外蹄の計3蹄を測定する(左右どちらでもよい)			
繋ぎ牛舎の場合: 飼槽との境 ・馬栓棒 ・スタンション、 馬栓棒 ・高 ・低 牛床マット ・有 ・無、 マット素材 ・ゴム ・マットレス 敷料 ・有(素材) ・無、 牛床長 ・長い ・短い				フリーストールの場合: スクレーパー ・有 ・無、 運蹄の溝 ・有 ・無、 運蹄の溝方向 ・一方向 ・二方向、 溝 ・新しい ・古い 溝切りの新旧 ・2年未満に造溝 ・2年以上経過 運蹄機 ・1年未満 ・1年以上2年未満 ・2年以上				フリーバーンの場合: 敷料 ・堆肥化している ・堆肥化していない、 牛床の山 ・有り(1m以上の山) ・無い(1m未満の高さ) 山の状態 ・粘りなく比較的足抜きが良い ・粘りがあって足抜きが悪い ・固くてこつこつした感じ 牛の傾臥 ・寝にくそう ・寝やすそう ・どっちでもない 運蹄の溝 ・有 ・無、 運蹄の溝方向 ・一方向 ・二方向、 溝 ・新しい ・古い					* 蹄病の蹄、変形蹄あるいは背壁凹溝が強いものは避ける	
牛群情報: (解ればご回答ください)				飼槽との境 ・馬栓棒 ・スタンション 馬栓棒 ・高 ・低 牛床長 ・長い ・短い 牛床マット ・有 ・無 マット素材 ・ゴム ・マットレス 敷料 ・有(素材) ・無				ロボット搾乳の牧場: 飼槽まで ・自由往來型 ・移動経路制御型、 メーカー ・Lely ・DeLaval ・GEA ・他( ) フットバス(蹄浴槽)の設置 ・有る ・無い					* 蹄病の蹄、変形蹄あるいは背壁凹溝が強いものは避ける	
牛群月平均歩数 (歩)				牛群月平均乳量 (リットル)										
生量生牛頭数	飼蹄月日	蹄	蹄角度	背壁を斜視して蹄内径を測る	a. 蹄の縦径 (mm)	b. 蹄後面の縦径 (mm)	c. 蹄尖-反斜側溝長 (mm)	d. 蹄下面最大横径 (mm)	e. 蹄冠 最 大幅 (mm)	f. 背壁長 (mm)	g. 蹄前面の蹄冠 高さ (mm)	h. 蹄後面の蹄冠 高さ (mm)		
1		左前・右前		・した ・しない										* 蹄角度は背壁正面のや蹄後面寄りて計る * ノギス計測は、aからhの順番で計るとよい * a.からdは拳趾で計測してください * e.からhは駐立、すなわち蹄を地面に踏ませて測定してください * 測定時、ノギスが年に当たったて嫌がる時や枠場にあたって測定しづらい時は、測定部位と平行に牛や枠をよけて、目測でノギス幅を決めて測定しても構わない。 * 蹄下面最大幅は最大横径部のこと、内外蹄を一つの蹄とみなして測定してください。
		左後・右後	外蹄	・した ・しない										
			内蹄	・した ・しない										
2		左前・右前		・した ・しない										
		左後・右後	外蹄	・した ・しない										
			内蹄	・した ・しない										
3		左前・右前		・した ・しない										
		左後・右後	外蹄	・した ・しない										
			内蹄	・した ・しない										
4		左前・右前		・した ・しない										
		左後・右後	外蹄	・した ・しない										
			内蹄	・した ・しない										
5		左前・右前		・した ・しない										
		左後・右後	外蹄	・した ・しない										
			内蹄	・した ・しない										
6		左前・右前		・した ・しない										
		左後・右後	外蹄	・した ・しない										
			内蹄	・した ・しない										
メモ														

## 測定器具

蹄角度計：Digital Angle Meter Mini with magnet (シンワ測定株式会社)

ノギス：普及ノギス 200mm (シンワ測定株式会社)

曲尺：曲尺15cm (シンワ測定株式会社)

※ 測定はすべて同じ機種を使用した。

## データ頭数と協力牧場・削蹄師数

	平成30年	令和元年	令和2年	合計
データ頭数	<b>197</b>	<b>414</b>	<b>393</b>	<b>1004</b>
牧場数・削蹄師数	<b>34</b>	<b>70</b>	<b>74</b>	<b>178</b>

※ データ頭数には、1牧場当たり6頭をお願いしていましたが、天候やその他の要因により6頭以下のデータの場合があります。また、和牛等のホルスタイン以外を測定したデータは除外されています。

※ 協力牧場・削蹄師数は、延べ数です。

# 日装式全体(n=865)

(日装式にて削蹄、繋ぎ牛舎+フリーストール+フリーバーン、蹄及び下肢部に疾病がない)

			θ蹄角度 (度)	a. 蹄の縦径 (mm)	b. 蹄負面の 縦径 (mm)	c. 蹄尖- 反軸側溝長 (mm)	d. 蹄下面 最大横径 (mm)	e. 蹄冠 最大幅 (mm)	f. 背壁長 (mm)	g. 蹄前面の 蹄冠高さ (mm)	h. 蹄後面の 蹄冠高さ (mm)	θ蹄踵角度 (度) (※2)	蹄踵斜辺長 (mm) (※3)	
日装式 全体	前蹄	平均	<b>44.7</b>	<b>138</b>	<b>105</b>	<b>87</b>	<b>119</b> <sup>※4</sup>	<b>109</b>	<b>78</b>	<b>58</b>	<b>39</b>	<b>50.0</b>	<b>52</b>	
		標準偏差	3.83	9.82	9.25	11.09	10.88	8.43	7.26	7.12	7.58	8.30	8.57	
		最小値	32.3	96	66	39	88	84	60	60	40	17	24.1	19
		最大値	60.0	174	132	120	156	155	111	111	114	70	87.5	88
	後肢 外蹄	平均	<b>44.9</b> <sup>※5</sup>	<b>133</b>	<b>104</b>	<b>87</b>	<b>109</b> <sup>※4</sup>	<b>107</b>	<b>78</b>	<b>59</b>	<b>36</b>	<b>51.7</b>	<b>47</b>	
		標準偏差	4.09	10.01	9.80	10.81	10.35	7.78	7.19	6.66	7.25	9.24	7.74	
		最小値	28.5	96	74	40	82	83	60	60	36	15	21.8	23
		最大値	66.0	160	132	116	151	162	111	111	86	60	83.7	82
	後肢 内蹄	平均	<b>46.1</b> <sup>※6</sup>	<b>131</b> <sup>※6</sup>	<b>98</b> <sup>※6</sup>	<b>84</b> <sup>※6</sup>	— (※1)			<b>78</b> <sup>※6</sup>	<b>59</b> <sup>※6</sup>	<b>34</b> <sup>※6</sup>	<b>46.6</b> <sup>※6</sup>	<b>48</b> <sup>※6</sup>
		標準偏差	4.21	9.82	9.78	10.60				6.57	6.70	7.57	9.29	8.62
		最小値	32.4	98	67	41				50	35	15	19.7	21
		最大値	70.0	165	128	117				98	90	62	80.9	85

# 日装式+繋ぎ牛舎(n=415)

(日装式にて削蹄、繋ぎ牛舎、蹄及び下肢部に疾病がない)

			θ蹄角度 (度)	a. 蹄の縦径 (mm)	b. 蹄負面の 縦径 (mm)	c. 蹄尖- 反軸側溝長 (mm)	d. 蹄下面 最大横径 (mm)	e. 蹄冠 最大幅 (mm)	f. 背壁長 (mm)	g. 蹄前面の 蹄冠高さ (mm)	h. 蹄後面の 蹄冠高さ (mm)	θ蹄踵角度 (度) (※2)	蹄踵斜辺長 (mm) (※3)	
日装式 + 繋ぎ牛舎	前蹄	平均	<b>43.9</b>	<b>138</b>	<b>106</b>	<b>88</b>	<b>121</b> <sup>※7</sup>	<b>108</b>	<b>77</b>	<b>55</b>	<b>38</b>	<b>50.3</b>	<b>49</b>	
		標準偏差	3.48	8.92	9.49	9.87	11.30	9.16	7.73	5.73	6.48	7.39	7.04	
		最小値	36.1	115	82	66	88	84	60	60	40	17	29.1	19
		最大値	60.0	159	132	114	156	152	111	111	80	57	78.7	68
	後肢 外蹄	平均	<b>44.2</b>	<b>133</b>	<b>105</b>	<b>88</b>	<b>108</b> <sup>※8</sup>	<b>106</b>	<b>77</b>	<b>57</b>	<b>36</b>	<b>52.1</b>	<b>46</b>	
		標準偏差	3.74	9.22	10.31	9.99	11.17	8.06	7.43	6.00	6.45	8.36	7.13	
		最小値	30.8	104	75	60	85	85	60	60	36	15	25.1	23
		最大値	66.0	159	132	113	151	126	100	100	85	58	74.4	66
	後肢 内蹄	平均	<b>45.5</b> <sup>※8</sup>	<b>131</b> <sup>※8</sup>	<b>100</b> <sup>※8</sup>	<b>85</b> <sup>※8</sup>	— (※1)			<b>77</b> <sup>※8</sup>	<b>57</b> <sup>※8</sup>	<b>33</b> <sup>※8</sup>	<b>47.4</b> <sup>※8</sup>	<b>46</b> <sup>※8</sup>
		標準偏差	4.03	9.38	10.22	10.05				6.67	6.22	6.52	8.29	7.38
		最小値	34.4	106	70	57				61	35	15	24.9	21
		最大値	70.0	155	128	117				98	90	62	77.3	67

(※1) d. 蹄下面最大横径およびe. 蹄冠最大幅は後肢の内外蹄を1つの蹄とみなして測定

(※2) (※3) は計算値

(※4) n = 841、(※5) n = 864、(※6) n = 847、(※7) n = 403、(※8) n = 409

# 日装式 + フリーストール(n=349)

(日装式にて削蹄、フリーストール、蹄及び下肢部に疾病がない)

			θ蹄角度 (度)	a. 蹄の縦径 (mm)	b. 蹄負面の 縦径 (mm)	c. 蹄尖- 反軸側溝長 (mm)	d. 蹄下面 最大横径 (mm)	e. 蹄冠 最大幅 (mm)	f. 背壁長 (mm)	g. 蹄前面の 蹄冠高さ (mm)	h. 蹄後面の 蹄冠高さ (mm)	θ蹄踵角度 (度) (※2)	蹄踵斜辺長 (mm) (※3)	
日装式 + フリーストール	前蹄	平均	<b>45.3</b>	<b>137</b>	<b>103</b>	<b>85</b>	<b>118</b> <sup>※4</sup>	<b>110</b>	<b>79</b>	<b>59</b>	<b>40</b>	<b>50.0</b>	<b>54</b>	
		標準偏差	3.91	10.82	8.95	12.56	10.36	7.56	6.92	8.00	7.38	9.05	8.42	
		最小値	35.0	96	66	39	90	90	60	60	40	22	26.3	34
		最大値	55.7	168	130	120	145	155	110	110	114	63	87.5	88
	後肢 外蹄	平均	<b>45.9</b> <sup>※5</sup>	<b>133</b>	<b>103</b>	<b>86</b>	<b>108</b> <sup>※6</sup>	<b>108</b>	<b>78</b>	<b>60</b>	<b>37</b>	<b>51.4</b>	<b>48</b>	
		標準偏差	4.23	11.10	9.28	11.60	9.34	6.88	6.75	6.92	7.44	9.91	7.58	
		最小値	28.5	96	77	40	82	87	62	41	21	23.3	26	
		最大値	64.9	160	125	116	143	137	111	86	60	83.7	71	
	後肢 内蹄	平均	<b>46.7</b> <sup>※4</sup>	<b>130</b> <sup>※4</sup>	<b>96</b> <sup>※4</sup>	<b>82</b> <sup>※4</sup>	-			<b>78</b> <sup>※4</sup>	<b>61</b> <sup>※4</sup>	<b>35</b> <sup>※4</sup>	<b>45.5</b> <sup>※4</sup>	<b>49</b> <sup>※4</sup>
		標準偏差	4.01	10.57	9.13	11.45	-			6.34	6.77	7.91	10.29	8.54
		最小値	34.0	98	72	41	-			50	41	15	23.6	28
		最大値	59.8	165	123	115	-			95	86	56	80.9	71

# 日装式 + フリーバーン(n=101)

(日装式にて削蹄、フリーバーン、蹄及び下肢部に疾病がない)

			θ蹄角度 (度)	a. 蹄の縦径 (mm)	b. 蹄負面の 縦径 (mm)	c. 蹄尖- 反軸側溝長 (mm)	d. 蹄下面 最大横径 (mm)	e. 蹄冠 最大幅 (mm)	f. 背壁長 (mm)	g. 蹄前面の 蹄冠高さ (mm)	h. 蹄後面の 蹄冠高さ (mm)	θ蹄踵角度 (度) (※2)	蹄踵斜辺長 (mm) (※3)	
日装式 + フリーバーン	前蹄	平均	<b>45.8</b>	<b>143</b>	<b>105</b>	<b>90</b>	<b>120</b> <sup>※7</sup>	<b>110</b>	<b>80</b>	<b>62</b>	<b>44</b>	<b>48.9</b>	<b>58</b>	
		標準偏差	4.30	8.37	8.01	9.24	10.03	7.49	5.32	5.41	10.01	9.12	10.34	
		最小値	32.3	124	80	69	95	96	66	66	46	17	24.1	30
		最大値	56.8	174	123	113	140	139	97	97	74	70	76.0	85
	後肢 外蹄	平均	<b>44.7</b>	<b>135</b>	<b>103</b>	<b>90</b>	<b>113</b> <sup>※7</sup>	<b>108</b>	<b>81</b>	<b>62</b>	<b>39</b>	<b>50.9</b>	<b>51</b>	
		標準偏差	4.28	9.01	8.91	10.39	9.34	9.09	7.06	5.55	8.90	10.23	9.03	
		最小値	32.2	110	74	60	88	83	66	44	16	21.8	29	
		最大値	54.7	159	122	112	137	162	111	83	58	74.8	82	
	後肢 内蹄	平均	<b>46.6</b> <sup>※7</sup>	<b>133</b> <sup>※7</sup>	<b>97</b> <sup>※7</sup>	<b>86</b> <sup>※7</sup>	-			<b>80</b> <sup>※7</sup>	<b>62</b> <sup>※7</sup>	<b>39</b> <sup>※7</sup>	<b>46.6</b> <sup>※7</sup>	<b>54</b> <sup>※7</sup>
		標準偏差	5.25	8.53	8.66	8.23	-			6.61	5.49	8.95	9.28	10.26
		最小値	32.4	115	67	68	-			64	41	15	19.7	26
		最大値	59.5	154	114	117	-			98	76	57	78.7	85

(※1) d. 蹄下面最大横径およびe. 蹄冠最大幅は後肢の内外蹄を1つの蹄とみなして測定

(※2) (※3) は計算値

(※4) n = 343、(※5) n = 348、(※6) n = 337、(※7) n = 95

# ダッチメソッド(DM)全体(n=38)

[DMアメリカン (AM) + DMヨーロッパ (EU)にて削蹄、蹄及び下肢部に疾病がない]

		θ蹄角度 (度)	a. 蹄の縦径 (mm)	b. 蹄裏面の 縦径 (mm)	c. 蹄尖- 反軸側溝長 (mm)	d. 蹄下面 最大横径 (mm)	e. 蹄冠 最大幅 (mm)	f. 背壁長 (mm)	g. 蹄前面の 蹄冠高さ (mm)	h. 蹄後面の 蹄冠高さ (mm)	θ蹄踵角度 (度) (※2)	蹄踵斜辺長 (mm) (※3)	
DM 全体	前蹄	平均	<b>49.4</b>	<b>135</b>	<b>93</b>	<b>81</b>	<b>114</b> <sup>※4</sup>	<b>112</b>	<b>79</b>	<b>61</b>	<b>36</b>	<b>41.4</b>	<b>56</b>
		標準偏差	4.70	11.26	10.97	9.00	11.58	12.39	8.54	7.04	10.41	11.74	14.18
		最小値	34.8	116	66	63	83	89	69	40	20	22.6	37
		最大値	58.8	155	118	100	138	138	113	72	61	72.6	106
	後肢 外蹄	平均	<b>47.6</b> <sup>※5</sup>	<b>131</b>	<b>92</b>	<b>81</b>	<b>107</b> <sup>※4</sup>	<b>107</b>	<b>79</b>	<b>63</b>	<b>32</b>	<b>41.1</b>	<b>51</b>
		標準偏差	4.97	10.88	12.71	10.94	9.14	9.92	6.78	4.70	8.97	13.98	14.30
		最小値	37.8	116	61	60	91	85	56	52	15	20.2	30
		最大値	62.6	152	115	110	121	125	89	73	53	70.7	93
	後肢 内蹄	平均	<b>49.7</b> <sup>※6</sup>	<b>128</b> <sup>※7</sup>	<b>85</b> <sup>※7</sup>	<b>77</b> <sup>※7</sup>	— (※1)		<b>79</b> <sup>※7</sup>	<b>65</b> <sup>※8</sup>	<b>31</b> <sup>※9</sup>	<b>38.1</b> <sup>※9</sup>	<b>54</b> <sup>※9</sup>
		標準偏差	4.91	10.67	14.16	8.82			6.98	5.54	11.29	15.50	17.66
		最小値	41	111	47	62			57	50	13	13.8	30
		最大値	60.8	152	117	100			94	80	62	73.3	98

(※1) d. 蹄下面最大横径およびe. 蹄冠最大幅は後肢の内外蹄を1つの蹄とみなして測定

(※2) (※3) は計算値

(※4) n = 30、(※5) n = 37、(※6) n = 35、(※7) n = 36、(※8) n = 31、(※9) n = 34

# ダッチメソッド(DM)アメリカン(n=17)

[DMアメリカン (AM) にて削蹄、蹄及び下肢部に疾病がない]

			θ蹄角度 (度)	a. 蹄の縦径 (mm)	b. 蹄負面の 縦径 (mm)	c. 蹄尖- 反軸側溝長 (mm)	d. 蹄下面 最大横径 (mm)	e. 蹄冠 最大幅 (mm)	f. 背壁長 (mm)	g. 蹄前面の 蹄冠高さ (mm)	h. 蹄後面の 蹄冠高さ (mm)	θ蹄踵角度 (度) (※2)	蹄踵斜辺長 (mm) (※3)	
DM AM	前蹄	平均	<b>51.0</b>	<b>139</b>	<b>87</b>	<b>77</b>	<b>111</b> <sup>※4</sup>	<b>113</b>	<b>80</b>	<b>63</b>	<b>38</b>	<b>36.0</b>	<b>65</b>	
		標準偏差	3.41	10.98	9.47	8.20	9.35	7.90	9.99	6.13	11.35	7.59	15.34	
		最小値	44.4	120	66	63	100	102	69	69	50	20	22.6	46
		最大値	56.7	155	100	90	126	133	113	113	71	61	51.3	106
	後肢 外蹄	平均	<b>48.4</b> <sup>※5</sup>	<b>135</b>	<b>85</b>	<b>77</b>	<b>108</b> <sup>※4</sup>	<b>108</b>	<b>79</b>	<b>64</b>	<b>33</b>	<b>34.3</b>	<b>61</b>	
		標準偏差	4.17	9.44	12.98	10.66	9.05	8.93	3.78	4.56	8.65	9.02	14.39	
		最小値	40.4	118	61	60	92	85	72	56	22	20.2	37	
		最大値	55.8	152	110	100	117	125	86	73	53	49.4	93	
	後肢 内蹄	平均	<b>49.1</b> <sup>※6</sup>	<b>134</b> <sup>※7</sup>	<b>74</b> <sup>※7</sup>	<b>72</b> <sup>※7</sup>	— (※1)			<b>79</b> <sup>※7</sup>	<b>66</b> <sup>※8</sup>	<b>31</b> <sup>※9</sup>	<b>27.2</b> <sup>※9</sup>	<b>68</b> <sup>※9</sup>
		標準偏差	4.25	11.27	10.77	8.07				4.95	8.60	13.54	7.36	20.23
		最小値	41.0	117	47	62				71	50	15	18.4	39
		最大値	56.6	152	90	88				87	80	62	40.5	98

# ダッチメソッド(DM)ヨーロッパ(n=21)

[DMヨーロッパ (EU) にて削蹄、蹄及び下肢部に疾病がない]

			θ蹄角度 (度)	a. 蹄の縦径 (mm)	b. 蹄負面の 縦径 (mm)	c. 蹄尖- 反軸側溝長 (mm)	d. 蹄下面 最大横径 (mm)	e. 蹄冠 最大幅 (mm)	f. 背壁長 (mm)	g. 蹄前面の 蹄冠高さ (mm)	h. 蹄後面の 蹄冠高さ (mm)	θ蹄踵角度 (度) (※2)	蹄踵斜辺長 (mm) (※3)	
DM EU	前蹄	平均	<b>48.1</b>	<b>131</b>	<b>98</b>	<b>84</b>	<b>115</b>	<b>112</b>	<b>79</b>	<b>60</b>	<b>34</b>	<b>45.9</b>	<b>49</b>	
		標準偏差	5.26	10.46	9.57	8.45	12.43	15.29	7.39	7.52	9.52	12.78	7.62	
		最小値	34.8	116	80	71	83	89	70	40	20	26.1	37	
		最大値	58.8	152	118	100	138	138	95	72	55	72.6	69	
	後肢 外蹄	平均	<b>47.0</b>	<b>127</b>	<b>98</b>	<b>84</b>	<b>106</b>	<b>106</b>	<b>78</b>	<b>63</b>	<b>31</b>	<b>46.7</b>	<b>44</b>	
		標準偏差	5.53	10.99	8.79	10.43	9.33	10.77	8.52	4.88	9.31	14.98	8.65	
		最小値	37.8	116	82	60	91	90	56	52	15	24.4	30	
		最大値	62.6	152	115	110	121	124	89	72	45	70.7	66	
	後肢 内蹄	平均	<b>50.1</b>	<b>124</b>	<b>93</b>	<b>81</b>	— (※1)			<b>79</b>	<b>64</b>	<b>31</b>	<b>44.8</b>	<b>46</b>
		標準偏差	5.37	8.44	10.45	7.51				8.23	3.39	10.01	15.45	8.53
		最小値	42.2	111	78	72				57	58	13	13.8	30
		最大値	60.8	144	117	100				94	71	50	73.3	65

(※1) d. 蹄下面最大横径およびe. 蹄冠最大幅は後肢の内外蹄を1つの蹄とみなして測定

(※2) (※3) は計算値

(※4) n = 9、(※5) n = 16、(※6) n = 14、(※7) n = 15、(※8) n = 10、(※9) n = 13

# 日装式 + 趾皮膚炎(n=41)

(日装式にて削蹄、前肢の蹄及び下肢部に疾病がない+両後肢もしくは測定肢に趾皮膚炎がある)

			θ蹄角度 (度)	a. 蹄の縦径 (mm)	b. 蹄負面の 縦径 (mm)	c. 蹄尖- 反軸側溝長 (mm)	d. 蹄下面 最大横径 (mm)	e. 蹄冠 最大幅 (mm)	f. 背壁長 (mm)	g. 蹄前面の 蹄冠高さ (mm)	h. 蹄後面の 蹄冠高さ (mm)	θ蹄踵角度 (度) (※2)	蹄踵斜辺長 (mm) (※3)
趾皮膚炎	前蹄	平均	<b>43.3</b>	<b>139</b>	<b>107</b>	<b>91</b>	<b>118</b>	<b>110</b>	<b>77</b>	<b>58</b>	<b>39</b>	<b>51.0</b>	<b>51</b>
		標準偏差	3.11	9.78	8.68	12.53	10.59	7.81	5.99	8.40	6.77	9.58	7.50
		最小値	32.0	114	85	69	90	97	65	45	20	29.1	34
		最大値	49.0	158	126	118	150	128	92	82	55	76.4	64
	後肢 外蹄	平均	<b>44.9</b>	<b>134</b>	<b>105</b>	<b>91</b>	<b>109</b>	<b>106</b>	<b>78</b>	<b>59</b>	<b>35</b>	<b>51.2</b>	<b>46</b>
		標準偏差	3.16	8.79	9.12	8.95	9.57	7.71	6.87	8.53	6.79	9.24	7.00
		最小値	38.0	115	88	72	96	91	57	41	19	29.2	33
		最大値	52.0	152	128	112	140	128	94	87	55	76.6	63
	後肢 内蹄	平均	<b>45.9</b>	<b>132</b>	<b>99</b>	<b>85</b>	— (※1)		<b>78</b>	<b>59</b>	<b>34</b>	<b>45.7</b>	<b>48</b>
		標準偏差	3.78	9.18	7.59	10.41			6.94	7.06	7.01	8.80	7.35
		最小値	40.0	114	85	62			60	43	19	22.0	35
		最大値	56.2	155	122	108			91	76	55	64.5	68

(※1) d. 蹄下面最大横径およびe. 蹄冠最大幅は後肢の内外蹄を1つの蹄とみなして測定  
(※2) (※3) は計算値

# 日装式 + 蹄底潰瘍(n=21)

(日装式にて削蹄、前肢の蹄及び下肢部に疾病がない+両後肢もしくは測定肢に蹄底潰瘍がある)

			θ蹄角度 (度)	a. 蹄の縦径 (mm)	b. 蹄負面の 縦径 (mm)	c. 蹄尖- 反軸側溝長 (mm)	d. 蹄下面 最大横径 (mm)	e. 蹄冠 最大幅 (mm)	f. 背壁長 (mm)	g. 蹄前面の 蹄冠高さ (mm)	h. 蹄後面の 蹄冠高さ (mm)	θ蹄踵角度 (度) (※2)	蹄踵斜辺長 (mm) (※3)
蹄底潰瘍	前蹄	平均	<b>44.2</b>	<b>140</b>	<b>111</b>	<b>90</b>	<b>118</b>	<b>106</b>	<b>78</b>	<b>58</b>	<b>38</b>	<b>52.2</b>	<b>49</b>
		標準偏差	2.33	9.29	7.30	11.59	8.83	9.76	6.00	6.25	8.64	10.42	7.82
		最小値	40.3	123	102	74	104	82	68	45	25	34.0	30
		最大値	48.0	158	127	116	142	126	91	70	60	79.7	69
	後肢 外蹄	平均	<b>43.2</b>	<b>137</b>	<b>108</b>	<b>93</b>	<b>112</b>	<b>106</b>	<b>80</b>	<b>58</b>	<b>37</b>	<b>51.8</b>	<b>48</b>
		標準偏差	4.64	10.17	9.68	10.32	10.30	8.00	7.93	6.61	8.92	12.46	8.94
		最小値	26.5	114	93	77	95	89	66	47	20	33.3	33
		最大値	52.0	155	134	107	140	120	94	68	54	84.7	63
	後肢 内蹄	平均	<b>44.6</b>	<b>133</b>	<b>102</b>	<b>87</b>	— (※1)		<b>79</b>	<b>60</b>	<b>34</b>	<b>47.4</b>	<b>47</b>
		標準偏差	3.72	11.19	9.34	11.32			8.01	5.20	8.84	11.99	9.24
		最小値	39.0	109	84	70			69	50	20	30.2	31
		最大値	55.4	150	124	106			96	66	51	84.4	64

(※1) d. 蹄下面最大横径およびe. 蹄冠最大幅は後肢の内外蹄を1つの蹄とみなして測定  
(※2) (※3) は計算値

# 統計方法

統計は「一元配置分散分析およびその事後検定としてTukey-KramerのHSD検定」を使用した。また、P値は、0.05以下の場合に有意差ありと判断した。



# 日装式における前蹄vs後肢外蹄vs後蹄内蹄の比較検定

	$\theta$ 蹄角度	a. 蹄の縦径	b. 蹄後面の縦径	c. 蹄尖-反軸側溝長	d. 蹄下面最大横径	e. 蹄冠最大幅
日装式全体	後内>後外・前蹄	前蹄>後外>後内	後外・前蹄>後内	後外・前蹄>後内	前蹄>後蹄	前蹄>後蹄
繋ぎ牛舎	後内>後外・前蹄	前蹄>後外>後内	後外・前蹄>後内	後外・前蹄>後内	前蹄>後蹄	前蹄>後蹄
フリーストール	後内>後外・前蹄	前蹄>後外>後内	後外・前蹄>後内	後外・前蹄>後内	前蹄>後蹄	前蹄>後蹄
フリーバーン	後内>後外	前蹄>後外・後内	後外・前蹄>後内	後外・前蹄>後内	前蹄>後蹄	なし

	f. 背壁長	g. 蹄前面の蹄冠高さ	h. 蹄後面の蹄冠高さ	$\theta$ 蹄踵角度	蹄踵斜辺長
日装式全体	なし	後内>後外>前蹄	前蹄>後外>後内	後外>前蹄>後内	前蹄>後内>後外
繋ぎ牛舎	なし	後外・後内>前蹄	前蹄>後外>後内	後外>前蹄>後内	前蹄>後内・後外
フリーストール	なし	後内>前蹄	前蹄>後外>後内	後外・前蹄>後内	前蹄>後内・後外
フリーバーン	なし	なし	前蹄>後外・後内	後外>後内	前蹄>後内・後外

「一元配置分散分析およびその事後検定としてTukey-KramerのHSD検定」  
P値0.05以下で有意差あり

## 日装式における繋ぎ牛舎 vs フリーストールvs フリーバーンの比較検定

	$\theta$ 蹄角度	a. 蹄の縦径	b. 蹄後面の縦径	c. 蹄尖-反軸側溝長	d. 蹄下面最大横径	e. 蹄冠最大幅
前蹄	ストール・バーン>繋ぎ	バーン>ストール・繋ぎ	繋ぎ>ストール	繋ぎ・バーン>ストール	繋ぎ>ストール	ストール>繋ぎ
後外	ストール>繋ぎ・バーン	なし	繋ぎ>ストール	繋ぎ・バーン>ストール	バーン>ストール・繋ぎ	ストール>繋ぎ
後内	ストール>繋ぎ	バーン>ストール	繋ぎ>ストール・バーン	繋ぎ・バーン>ストール		

	f. 背壁長	g. 蹄前面の蹄冠高さ	h. 蹄後面の蹄冠高さ	$\theta$ 蹄踵角度	蹄踵斜辺長
前蹄	バーン・ストール>繋ぎ	バーン>ストール>繋ぎ	バーン>ストール>繋ぎ	なし	バーン>ストール>繋ぎ
後外	バーン>ストール・繋ぎ	バーン>ストール>繋ぎ	バーン>ストール>繋ぎ	なし	バーン>ストール>繋ぎ
後内	バーン>繋ぎ	ストール・バーン>繋ぎ	バーン>ストール>繋ぎ	繋ぎ>ストール	バーン>ストール>繋ぎ

「一元配置分散分析およびその事後検定としてTukey-KramerのHSD検定」  
P値0.05以下で有意差あり

## (参考) 日装式における平均値一覧

		θ 蹄角度 (度)	a. 蹄の縦径 (mm)	b. 蹄後面の 縦径 (mm)	c. 蹄尖- 反軸側溝長 (mm)	d. 蹄下面 最大横径 (mm)	e. 蹄冠 最大幅 (mm)	f. 背壁長 (mm)	g. 蹄前面の 蹄冠高さ (mm)	h. 蹄後面の 蹄冠高さ (mm)	θ 蹄踵角度 (度) (※2)	蹄踵斜辺長 (mm) (※3)
日装式	前蹄 (n=865)	44.7	138	105	87	119 <sup>※4</sup>	109	78	58	39	50.0	52
	後肢外蹄 (n=865)	44.9 <sup>※5</sup>	133	104	87	109 <sup>※4</sup>	107	78	59	36	51.7	47
	後肢内蹄 (n=847)	46.1	131	98	84	- (※1)		78	59	34	46.6	48
繋ぎ牛舎	前蹄 (n=415)	43.9	138	106	88	121 <sup>※6</sup>	108	77	55	38	50.3	49
	後肢外蹄 (n=415)	44.2	133	105	88	108 <sup>※7</sup>	106	77	57	36	52.1	46
	後肢内蹄 (n=409)	45.5	131	100	85	- (※1)		77	57	33	47.4	46
フリーストール	前蹄 (n=349)	45.3	137	103	85	118 <sup>※8</sup>	110	79	59	40	50.0	54
	後肢外蹄 (n=349)	45.9 <sup>※9</sup>	133	103	86	108 <sup>※10</sup>	108	78	60	37	51.4	48
	後肢内蹄 (n=343)	46.7	130	96	82	- (※1)		78	61	35	45.5	49
フリーバーン	前蹄 (n=101)	45.8	143	105	90	120 <sup>※11</sup>	110	80	62	44	48.9	58
	後肢外蹄 (n=101)	44.7	135	103	90	113 <sup>※11</sup>	108	81	62	39	50.9	51
	後肢内蹄 (n=95)	46.6	133	97	86	- (※1)		80	62	39	46.6	54

(※1) d. 蹄下面最大横径およびe. 蹄冠最大幅は後肢の内外蹄を1つの蹄とみなして測定  
(※2) (※3) は計算値  
(※4) n = 841、(※5) n = 864、(※6) n = 403、(※7) n = 409、(※8) n = 343、  
(※9) n = 348、(※10) n = 337、(※11) n = 95

# 日装式全体とダッチメソッド全体(DM)の比較検定

	θ 蹄角度	a. 蹄の縦径	b. 蹄負面の縦径	c. 蹄尖-反軸側溝長	d. 蹄下面最大横径	e. 蹄冠最大幅
前蹄	DM > 日装	なし	日装 > DM	日装 > DM	日装 > DM	DM > 日装
後外	DM > 日装	なし	日装 > DM	日装 > DM	なし	なし
後内	DM > 日装	なし	日装 > DM	日装 > DM		

	f. 背壁長	g. 蹄前面の蹄冠高さ	h. 蹄後面の蹄冠高さ	θ 蹄踵角度	蹄踵斜辺長
前蹄	なし	DM > 日装	日装 > DM	日装 > DM	DM > 日装
後外	なし	DM > 日装	日装 > DM	日装 > DM	DM > 日装
後内	なし	DM > 日装	日装 > DM	日装 > DM	DM > 日装

「一元配置分散分析およびその事後検定としてTukey-KramerのHSD検定」  
P値0.05以下で有意差あり

## (参考) 日装式全体とダッチメソッド全体(DM)の平均値一覧

		θ 蹄角度 (度)	a. 蹄の縦径 (mm)	b. 蹄負面の 縦径 (mm)	c. 蹄尖- 反軸側溝長 (mm)	d. 蹄下面 最大横径 (mm)	e. 蹄冠 最大幅 (mm)	f. 背壁長 (mm)	g. 蹄前面の 蹄冠高さ (mm)	h. 蹄後面の 蹄冠高さ (mm)	θ 蹄踵角度 (度) (※2)	蹄踵斜辺長 (mm) (※3)
日装式	前蹄 (n=865)	44.7	138	105	87	119 <sup>※4</sup>	109	78	58	39	50.0	52
	後肢外蹄 (n=865)	44.9 <sup>※5</sup>	133	104	87	109 <sup>※4</sup>	107	78	59	36	51.7	47
	後肢内蹄 (n=847)	46.1	131	98	84	- (※1)	78	59	34	46.6	48	

DM	前蹄 (n=38)	49.4	135	93	81	114 <sup>※6</sup>	112	79	61	36	41.4	56
	後肢外蹄 (n=38)	47.6 <sup>※7</sup>	131	92	81	107 <sup>※6</sup>	107	79	63	32	41.1	51
	後肢内蹄 (n=36)	49.7 <sup>※8</sup>	128	85	77	- (※1)	79	65 <sup>※9</sup>	31 <sup>※10</sup>	38.1 <sup>※10</sup>	54 <sup>※10</sup>	

(※1) d, 蹄下面最大横径およびe, 蹄冠最大幅は後肢の内外蹄を1つの蹄とみなして測定  
(※2) (※3) は計算値  
(※4) n = 841、(※5) n = 864、(※6) n = 30、(※7) n = 37、(※8) n = 35、  
(※9) n = 31、(※10) n = 34

# 日装式全体vs DMアメリカン(AM)vs DMヨーロッパ(EU)の比較検定

	$\theta$ 蹄角度	a. 蹄の縦径	b. 蹄後面の縦径	c. 蹄尖-反軸側溝長	d. 蹄下面最大横径	e. 蹄冠最大幅
前蹄	AM・EU > 日装	AM・日装 > EU	日装 > EU > AM	日装 > AM	なし	なし
後外	AM > 日装	日装 > EU	日装 > EU > AM	日装 > AM	なし	なし
後内	AM・EU > 日装	AM・日装 > EU	日装・EU > AM	日装・EU > AM		

	f. 背壁長	g. 蹄前面の蹄冠高さ	h. 蹄後面の蹄冠高さ	$\theta$ 蹄踵角度	蹄踵斜辺長
前蹄	なし	AM > 日装	日装 > EU	日装・EU > AM	AM > 日装・EU
後外	なし	AM・EU > 日装	日装 > EU	日装 > EU > AM	AM > 日装・EU
後内	なし	AM・EU > 日装	なし	日装・EU > AM	AM > 日装・EU

「一元配置分散分析およびその事後検定としてTukey-KramerのHSD検定」  
P値0.05以下で有意差あり

## (参考) 日装式全体・DMアメリカン(AM)・DMヨーロッパ(EU)の平均値一覧

		$\theta$ 蹄角度 (度)	a. 蹄の縦径 (mm)	b. 蹄後面の縦径 (mm)	c. 蹄尖-反軸側溝長 (mm)	d. 蹄下面最大横径 (mm)	e. 蹄冠最大幅 (mm)	f. 背壁長 (mm)	g. 蹄前面の蹄冠高さ (mm)	h. 蹄後面の蹄冠高さ (mm)	$\theta$ 蹄踵角度 (度) (※2)	蹄踵斜辺長 (mm) (※3)
日装式	前蹄 (n=865)	<b>44.7</b>	<b>138</b>	<b>105</b>	<b>87</b>	<b>119</b> <sup>※4</sup>	<b>109</b>	<b>78</b>	<b>58</b>	<b>39</b>	<b>50.0</b>	<b>52</b>
	後肢外蹄 (n=865)	<b>44.9</b> <sup>※5</sup>	<b>133</b>	<b>104</b>	<b>87</b>	<b>109</b> <sup>※4</sup>	<b>107</b>	<b>78</b>	<b>59</b>	<b>36</b>	<b>51.7</b>	<b>47</b>
	後肢内蹄 (n=847)	<b>46.1</b>	<b>131</b>	<b>98</b>	<b>84</b>	- (※1)	<b>78</b>	<b>59</b>	<b>34</b>	<b>46.6</b>	<b>48</b>	
DM AM	前蹄 (n=17)	<b>51.0</b>	<b>139</b>	<b>87</b>	<b>77</b>	<b>111</b> <sup>※6</sup>	<b>113</b>	<b>80</b>	<b>63</b>	<b>38</b>	<b>36.0</b>	<b>65</b>
	後肢外蹄 (n=17)	<b>48.4</b> <sup>※7</sup>	<b>135</b>	<b>85</b>	<b>77</b>	<b>108</b> <sup>※6</sup>	<b>108</b>	<b>79</b>	<b>64</b>	<b>33</b>	<b>34.3</b>	<b>61</b>
	後肢内蹄 (n=15)	<b>49.1</b> <sup>※8</sup>	<b>134</b>	<b>74</b>	<b>72</b>	- (※1)	<b>79</b>	<b>66</b> <sup>※9</sup>	<b>31</b> <sup>※10</sup>	<b>27.2</b> <sup>※10</sup>	<b>68</b> <sup>※10</sup>	
DM EU (n=21)	前蹄	<b>48.1</b>	<b>131</b>	<b>98</b>	<b>84</b>	<b>115</b>	<b>112</b>	<b>79</b>	<b>60</b>	<b>34</b>	<b>45.9</b>	<b>49</b>
	後肢外蹄	<b>47.0</b>	<b>127</b>	<b>98</b>	<b>84</b>	<b>106</b>	<b>106</b>	<b>78</b>	<b>63</b>	<b>31</b>	<b>46.7</b>	<b>44</b>
	後肢内蹄	<b>50.1</b>	<b>124</b>	<b>93</b>	<b>81</b>	- (※1)	<b>79</b>	<b>64</b>	<b>31</b>	<b>44.8</b>	<b>46</b>	

(※1) d. 蹄下面最大横径およびe. 蹄冠最大幅は後肢の内外蹄を1つの蹄とみなして測定

(※2) (※3) は計算値

(※4) n = 841、(※5) n = 864、(※6) n = 9、(※7) n = 16、(※8) n = 14、(※9) n = 10、(※10) n = 13

# 日装式における疾病なし vs 趾皮膚炎 vs 蹄底潰瘍 の比較検定

	θ 蹄角度	a. 蹄の縦径	b. 蹄負面の縦径	c. 蹄尖-反軸側溝長	d. 蹄下面最大横径	e. 蹄冠最大幅
前蹄	なし	なし	潰瘍 > 疾病なし	皮膚炎 > 疾病なし	なし	なし
後外	なし	なし	なし	なし	なし	なし
後内	なし	なし	なし	なし		

	f. 背壁長	g. 蹄前面の蹄冠高さ	h. 蹄後面の蹄冠高さ	θ 蹄踵角度	蹄踵斜辺長
前蹄	なし	なし	なし	なし	なし
後外	なし	なし	なし	なし	なし
後内	なし	なし	なし	なし	なし

「一元配置分散分析およびその事後検定としてTukey-KramerのHSD検定」  
P値0.05以下で有意差あり

## (参考) 日装式における疾病なし・趾皮膚炎・蹄底潰瘍の平均値一覧

		θ 蹄角度 (度)	a. 蹄の縦径 (mm)	b. 蹄負面の 縦径 (mm)	c. 蹄尖- 反軸側溝長 (mm)	d. 蹄下面 最大横径 (mm)	e. 蹄冠 最大幅 (mm)	f. 背壁長 (mm)	g. 蹄前面の 蹄冠高さ (mm)	h. 蹄後面の 蹄冠高さ (mm)	θ 蹄踵角度 (度) (※2)	蹄踵斜辺長 (mm) (※3)
日装式	前蹄 (n=865)	<b>44.7</b>	<b>138</b>	<b>105</b>	<b>87</b>	<b>119</b> <sup>※4</sup>	<b>109</b>	<b>78</b>	<b>58</b>	<b>39</b>	<b>50.0</b>	<b>52</b>
	後肢外蹄 (n=865)	<b>44.9</b> <sup>※5</sup>	<b>133</b>	<b>104</b>	<b>87</b>	<b>109</b> <sup>※4</sup>	<b>107</b>	<b>78</b>	<b>59</b>	<b>36</b>	<b>51.7</b>	<b>47</b>
	後肢内蹄 (n=847)	<b>46.1</b>	<b>131</b>	<b>98</b>	<b>84</b>	- (※1)		<b>78</b>	<b>59</b>	<b>34</b>	<b>46.6</b>	<b>48</b>
趾皮膚炎 (n=41)	前蹄	<b>43.3</b>	<b>139</b>	<b>107</b>	<b>91</b>	<b>118</b>	<b>110</b>	<b>77</b>	<b>58</b>	<b>39</b>	<b>51.0</b>	<b>51</b>
	後肢外蹄	<b>44.9</b>	<b>134</b>	<b>105</b>	<b>91</b>	<b>109</b>	<b>106</b>	<b>78</b>	<b>59</b>	<b>35</b>	<b>51.2</b>	<b>46</b>
	後肢内蹄	<b>45.9</b>	<b>132</b>	<b>99</b>	<b>85</b>	- (※1)		<b>78</b>	<b>59</b>	<b>34</b>	<b>45.7</b>	<b>48</b>
蹄底潰瘍 (n=21)	前蹄	<b>44.2</b>	<b>140</b>	<b>111</b>	<b>90</b>	<b>118</b>	<b>106</b>	<b>78</b>	<b>58</b>	<b>38</b>	<b>52.2</b>	<b>49</b>
	後肢外蹄	<b>43.2</b>	<b>137</b>	<b>108</b>	<b>93</b>	<b>112</b>	<b>106</b>	<b>80</b>	<b>58</b>	<b>37</b>	<b>51.8</b>	<b>48</b>
	後肢内蹄	<b>44.6</b>	<b>133</b>	<b>102</b>	<b>87</b>	- (※1)		<b>79</b>	<b>60</b>	<b>34</b>	<b>47.4</b>	<b>47</b>

(※1) d. 蹄下面最大横径およびe. 蹄冠最大幅は後肢の内外蹄を1つの蹄とみなして測定

(※2) (※3) は計算値

(※4) n = 841、(※5) n = 864

# 背壁を鑿削して蹄角度を調整した割合

	日装式全体	日装式+繋ぎ牛舎	日装式+ストール	日装式+バーン	DM全体	DM・AM	DM・EU
前蹄	1.04%	0.24%	0.57%	5.94%	2.63%	5.88%	0%
後肢外蹄	1.97%	0.24%	2.58%	6.93%	5.26%	5.88%	4.76%
後肢内蹄	2.25%	0.24%	2.34%	10.64%	0%	0%	0%

## DM全体における各種平均値

		θ蹄角度	a. 蹄の縦径	b. 蹄負面の縦径	c. 蹄尖-反軸側溝長	d. 蹄下面最大横径	e. 蹄冠最大幅	f. 背壁長	g. 蹄前面の蹄冠高さ	h. 蹄後面の蹄冠高さ	θ蹄踵角度	蹄踵斜辺長	例数
DM全体	前蹄	49.4	135	93	81	114 <sup>※3</sup>	112	79	61	36	41.4	56	38
		49.8	131	91	78	- <sup>※2</sup>	109	87	50	22	28.8	46	1
		49.4	135	93	81	- <sup>※2</sup>	112	79	62	36	41.8	57	37
	後肢外蹄	47.6 <sup>※4</sup>	131	92	81	107 <sup>※1,6</sup>	107 <sup>※1</sup>	79	63	32	41.1	51	38
		39.4	140	100	96	106 <sup>※1,7</sup>	106 <sup>※1</sup>	82	62	33	41.0	54	2
		48.1 <sup>※5</sup>	130	92	80	107 <sup>※1,8</sup>	107 <sup>※1</sup>	78	63	32	41.1	51	36
	後肢内蹄	49.7 <sup>※9</sup>	128	85	77	- (※1)		79	65 <sup>※10</sup>	31 <sup>※11</sup>	38.1 <sup>※11</sup>	54 <sup>※11</sup>	36
		※2											0
													36

黒文字：DM全体の各種平均値

赤文字：背壁を鑿削して蹄角度を調整した各種平均値

青文字：背壁を鑿削していない各種平均値

(※1) d. 蹄下面最大横径およびe. 蹄冠最大幅は後肢の内外蹄を1つの蹄とみなして測定

(※2) 背壁を鑿削して蹄角度を調整した牛はいなかった

(※3) n = 30、(※4) n = 37、(※5) n = 35、(※6) n = 30、(※7) n = 1、

(※8) n = 29、(※9) n = 35、(※10) n = 31、(※11) n = 34

# 日装式＋フリーストールにおける各種平均値

		$\theta$ 蹄角度	a. 蹄の縦径	b. 蹄後面の縦径	c. 蹄尖-反軸側溝長	d. 蹄下面最大横径	e. 蹄冠最大幅	f. 背壁長	g. 蹄前面の蹄冠高さ	h. 蹄後面の蹄冠高さ	$\theta$ 蹄踵角度	蹄踵斜辺長	例数
		前蹄		45.3	137	103	85	118 <sup>※2</sup>	110	79	59	40	50.0
	47.3		146	110	93	126	120	83	65	57	58.6	68	2
	45.3		137	103	85	117 <sup>※3</sup>	110	79	59	40	50.0	53	347
後肢外蹄		45.9 <sup>※4</sup>	133	103	86	108 <sup>※6</sup>	108	78	60	37	51.4	48	349
		47.5	146	109	88	114	113	84	63	43	56.9	53	9
		45.9 <sup>※5</sup>	132	103	86	108 <sup>※7</sup>	107	78	60	37	51.4	48	340
後肢内蹄		46.7	130	96	82	- (※1)		78	61	35	45.5	49	343
		47.3	146	104	87		84	65	37	50.7	53	8	
		46.7	130	96	81		78	61	35	45.5	49	335	

# 日装式＋フリーバーンにおける各種平均値

		$\theta$ 蹄角度	a. 蹄の縦径	b. 蹄後面の縦径	c. 蹄尖-反軸側溝長	d. 蹄下面最大横径	e. 蹄冠最大幅	f. 背壁長	g. 蹄前面の蹄冠高さ	h. 蹄後面の蹄冠高さ	$\theta$ 蹄踵角度	蹄踵斜辺長	例数
		前蹄		45.8	143	105	90	120 <sup>※9</sup>	110	80	62	44	48.9
	48.5		145	99	88	113	109	81	63	48	46.8	66	6
	45.6		143	105	90	121 <sup>※10</sup>	110	80	62	43	49.1	58	95
後肢外蹄		44.7	135	103	90	113 <sup>※9</sup>	108	81	62	39	50.9	51	101
		45.8	141	108	101	104	108	88	67	42	53.3	53	7
		44.6	134	103	89	113 <sup>※11</sup>	108	80	62	39	50.8	51	94
後肢内蹄		46.5	133	97	86	- (※1)		80	62	39	46.6	54	94 <sup>※8</sup>
		48.2	139	102	93		85	64	43	50.3	57	10	
		46.3	132	96	85		79	62	38	46.4	54	84	

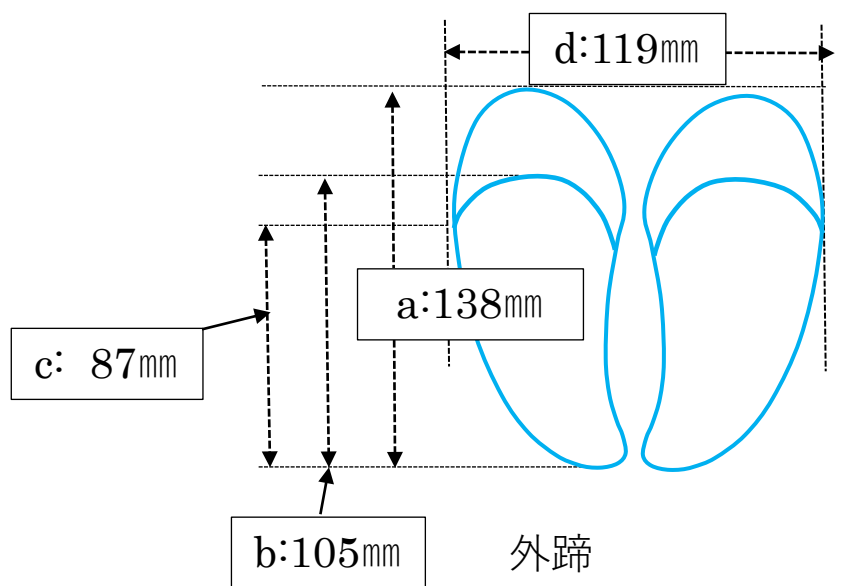
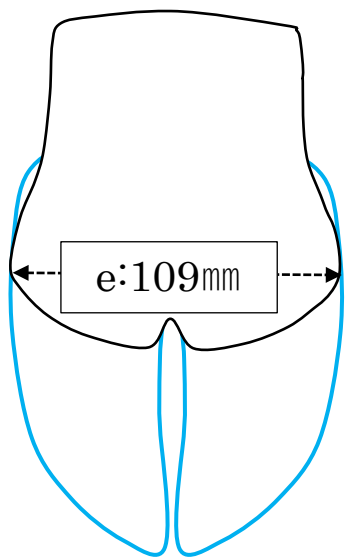
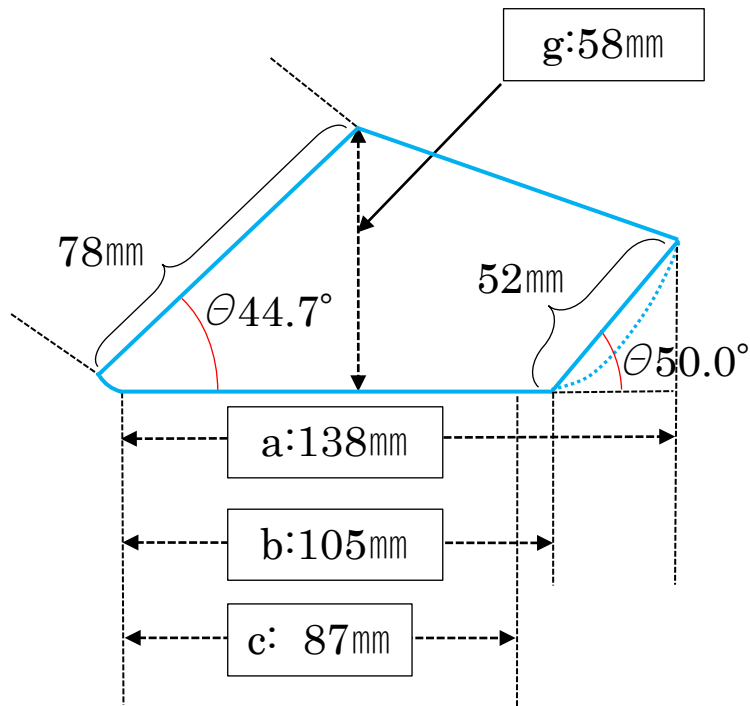
黒文字：日装式＋ストールorバーン全体の各種平均値

赤文字：背壁を鑿削して蹄角度を調整した各種平均値

青文字：背壁を鑿削していない各種平均値

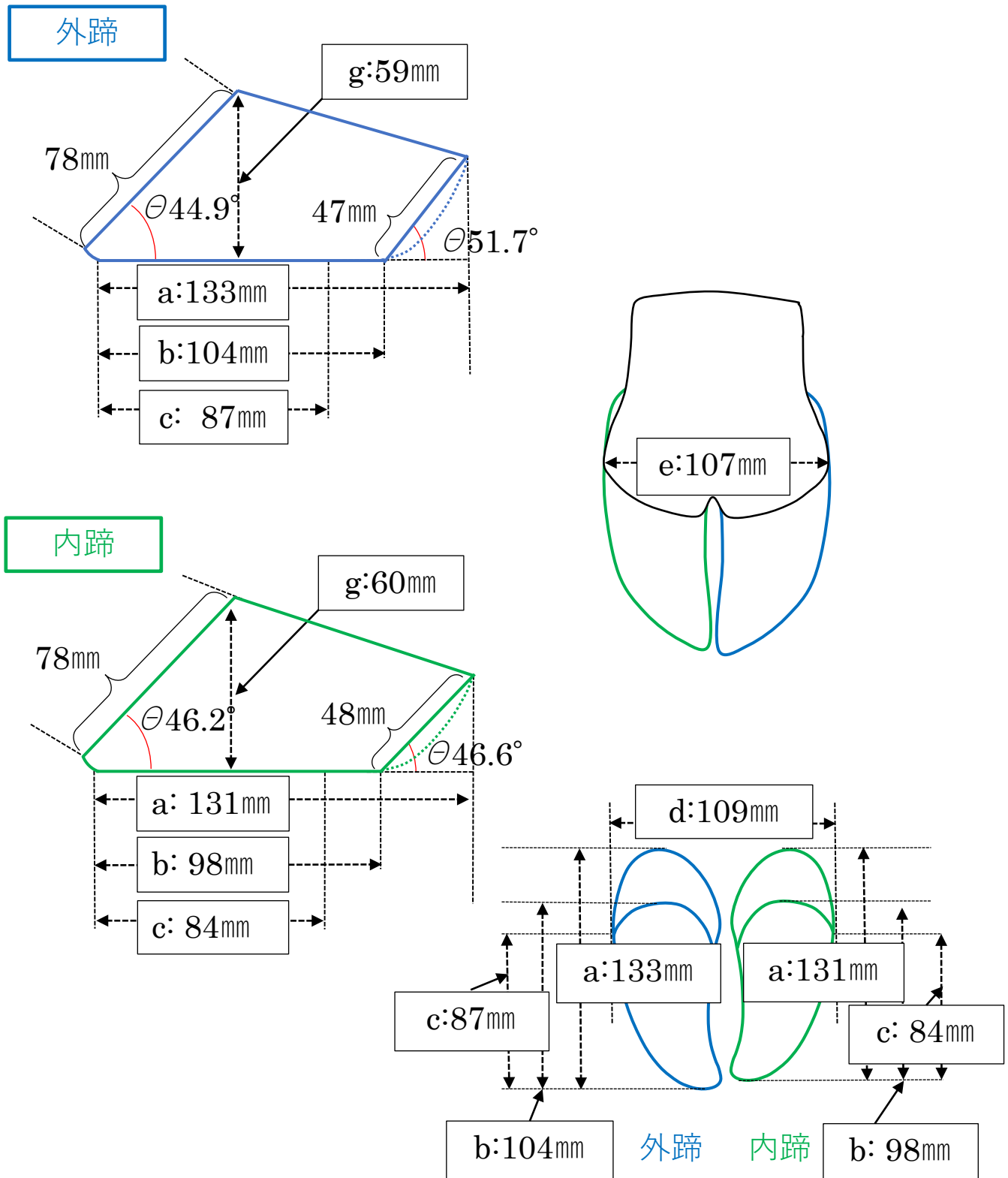
(※1) d. 蹄下面最大横径およびe. 蹄冠最大幅は後肢の内外蹄を1つの蹄とみなして測定  
 (※2) n = 343、(※3) n = 341、(※4) n = 348、(※5) n = 339、(※6) n = 337、  
 (※7) n = 328、(※8) 蹄角度調整不明の1頭を除外、(※9) n = 95、(※10) n = 89、  
 (※11) n = 88

日装式における平均値を基にした模式図 (前蹄)

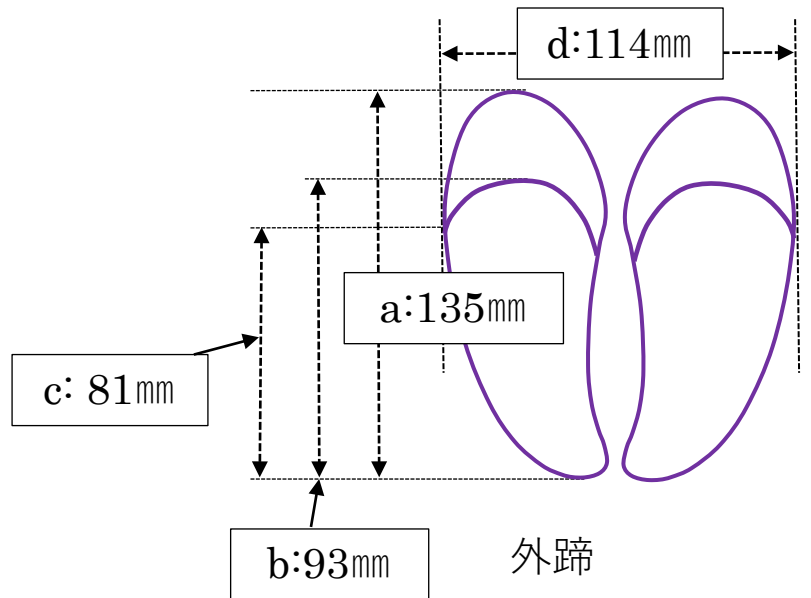
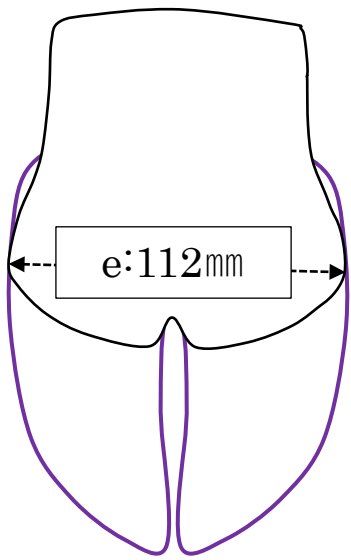
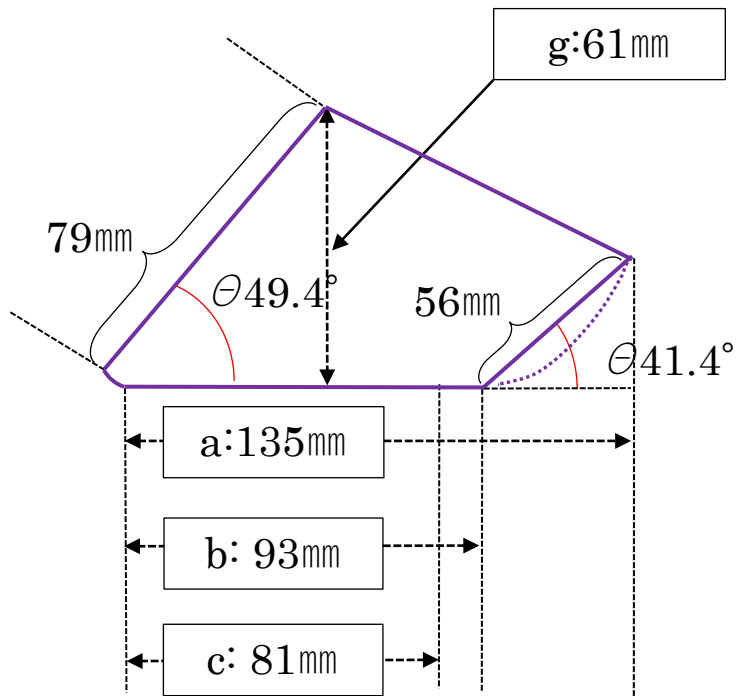




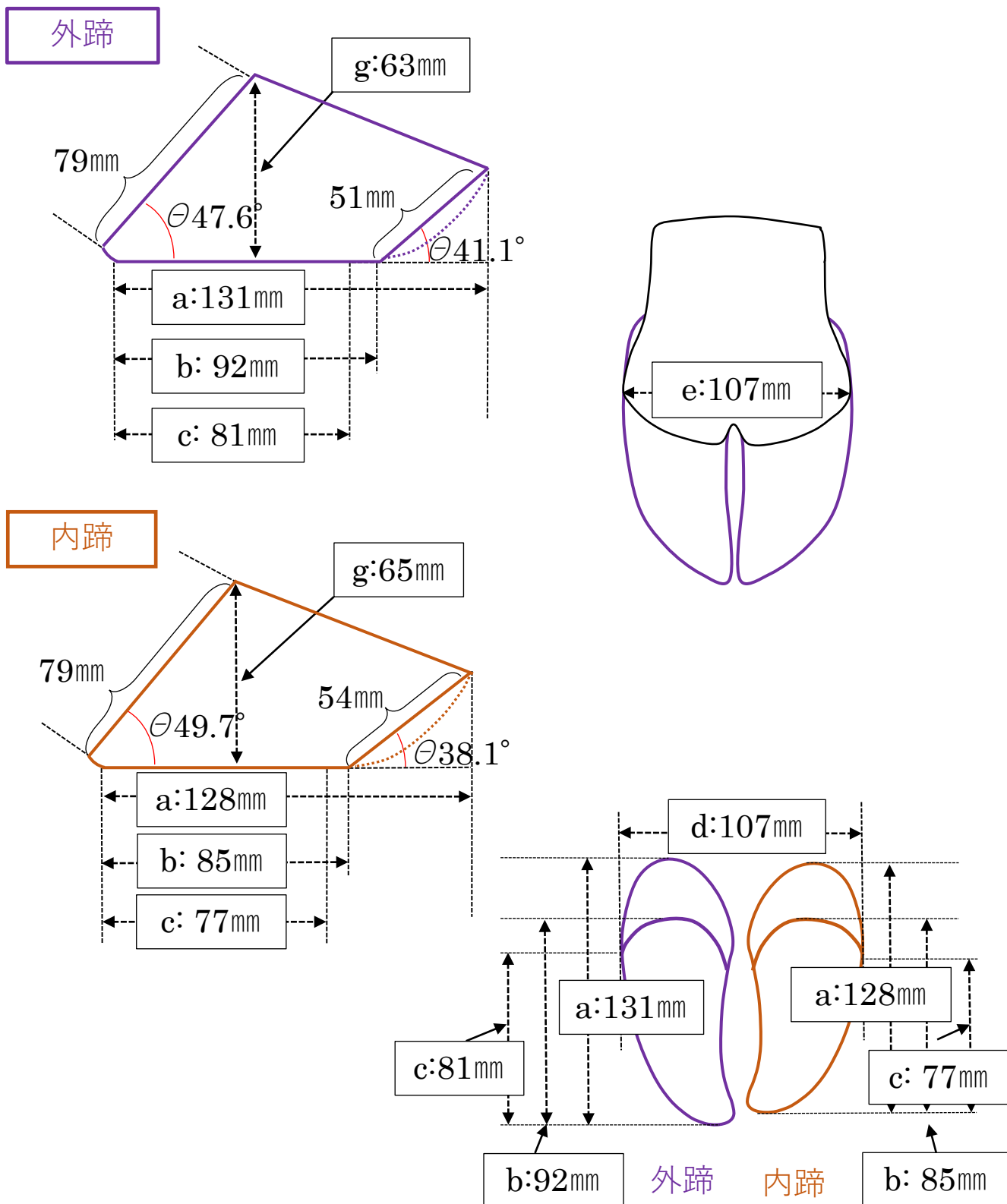
# 日装式における平均値を基にした模式図（後蹄）



DM式における平均値を基にした模式図（前蹄）



# DM式における蹄角度等の模式図 (後蹄)



## まとめ

・本調査結果から日装式削蹄法（日装式）における平均値は、蹄角度が前蹄・後蹄共に 45° 前後、背壁長が全ての蹄において 78 mmであった。一方で、ダッチメソッド（DM）における平均値は、蹄角度が 47～50° の間、背壁長が全ての蹄で 79 mmであり、蹄角度は日装式に比較して高くなった。また、背壁長と蹄踵壁長の比は、どちらの削蹄法においても「牛削蹄入門」に記載のある約 2:1 とはならなかった。蹄角度が低めの日装式の方が蹄踵壁長も DM に比較して有意に短く、背壁長と蹄踵壁長の比は大きい傾向となった。

・日装式における前蹄 vs 後肢外蹄 vs 後蹄内蹄の平均値の比較を見ると、背壁長は全て 78 mmで有意差はなかったが、蹄角度は前蹄と後肢外蹄はおおよそ 45° 程度だったのに対して、後肢内蹄は 46.2° と有意に高かった。逆に蹄踵角度は後肢外蹄 > 前蹄 > 後肢内蹄の順に後肢内蹄が有意に低かった。さらに、蹄前面の蹄冠高さは後肢内蹄 > 後肢外蹄 > 前蹄の順に高く、一方で蹄後面の蹄冠高さは前蹄が最も高く、縦径も有意に長かった。他の項目についても、統計学的に有意な差が認められる箇所があった。

・日装式における繋ぎ牛舎 vs フリーストール vs フリーバーンの比較についても、繋ぎ牛舎において、蹄前面の蹄冠高さおよび蹄後面の蹄冠高さが他の飼育形態に比較して低く、蹄角度、蹄冠最大幅もストールと比較して有意に狭かったが、蹄負面の縦径は有意に長くなっていることが判明した。これは、繋ぎ牛舎で飼育されている乳牛は、牛床の後ろにあるバーンクリーナーの影響から前踏み肢勢の影響が強いため蹄踵が潰れ易いこと、ストールとバーンでは歩行が加わるために蹄踵部の成長（発育）があるためではないかと推測された。

・DM と日装式との比較において、蹄の縦径、背壁長に有意差は無かったが、DM では蹄角度、蹄前面の蹄冠高さ、蹄踵斜辺長は有意に大きく、蹄負面の縦径、蹄尖-反軸側溝長、蹄後面の蹄冠の高さは有意に短く、蹄踵角度も有意に低かった。DM では蹄側から蹄尖部に掛けて削切することが多く、削蹄法の違いによる影響が認められる結果となった。

・日装式における疾病なし vs 趾皮膚炎 vs 蹄底潰瘍の比較では、前蹄の蹄負面に蹄底潰瘍があるとその縦径が、趾皮膚炎があると蹄尖-反軸側溝長が有意に長くなった。蹄底潰瘍の発生については蹄重心の後方への移動による蹄踵の潰れが関係していることが知られており、疾病の発生要因と蹄形が関係している可能性が示された。

・全国各地で調査したホルスタイン種乳用牛（日装式 865 頭および DM38 頭）の各測定平均値については、削蹄後の基準値として参考になると考えられた。