

2015/10/31 第 18 回基礎体温計測推進研究会定例会報告

2015 年 11 月 12 日

基礎体温計測推進研究会事務局

10 月 31 日（土）13 時半より東京・四ツ谷の主婦会館 3F の会議室で開催した、第 18 回基礎体温計測推進研究会定例会のご報告をいたします。



今回は、今話題を集めている最新のウェアラブル計測機器による基礎体温計測がテーマでしたが、計測工学を専門とされる専門家やメーカーの皆様のご参加が多く、活発な意見交換がなされました。

堀口貞夫会長が体調を崩されてお休みのため、会津大学の陳文西教授よりご挨拶をいただきました。当研究会は、幅広い年齢層・様々な分野の方々が集まり、9 年間も勉強会を続けてきたことと、体温計測は 150 年以上の古い技術ではあるが、今後 ICT によりとても面白い展開が期待される、などお話をいただきました。

講演①「ウェアラブル体温計について」



早稲田大学人間総合研究センター 戸川 達男先生

戸川先生からは、言葉としてはあり、WEB で検索するとそれらしいものはたくさんあるが、実際にはない「ウェアラブル体温計」の最新の動向や現状、そして今後の可能性についてお話しいただきました。

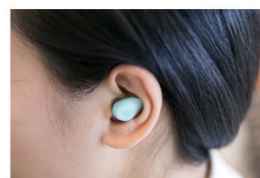
ウェアラブル体温計の製品



Temptraq



Tempdrop



YONO Fertility Friend



Vicks



iFeber



iSense



Ran's Night

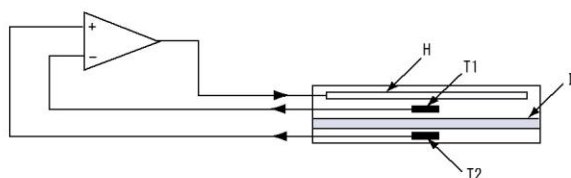
現状では、多くの製品があり、Bluetooth を用いてスマホなどで読み取るものなど簡便で完成度の高いものも出てきており、技術的には高度化しているが、まだ理想的なものはなく、病院内での検温や基礎体温の計測など用途を絞ったものが注目されているそうです。

TEMP TRAQ は、24 時間連続計測、スマホなどでモニターできるフレキシブルパッチを脇の下などにあたるよう貼り付けるようです。使い捨てで 25 ドルは高価なので、小児患者モニター用など病院向けで、日本でも発売が開始されるようです。TEMP DROP は、脇の下に粘着パッドで貼り付けて起床 2 時間前の温度で排卵日予測などを行い、価格は 50 ドルとのこと。他にも、シリコンバレーで開発され、耳穴に装着する基礎体温トラッカー YONO Fertility Friend は \$149 で日本参考価格は 22,490 円。装着法は脇下、外耳道など様々ですが、まだ計測精度はわかっておらず、限界もあるようです。

今後の可能性として、基礎体温計測を目的とすると、Ran's Night が先行してデータの蓄積を行っているためその実績を生かす工夫が鍵となるという事、また熱流補償式のウェアラブル体温計が製品化されたら、これらを超える機器と成り得る事が挙げられました。そこで熱流補償方式の深部体温計についてご説明をいただきました。（コアテンプはテルモが製品化、ウェアラブル機器は試作のみでまだ製品化はできていません。）

熱流補償方式の深部体温計について

- ・ 原理は1972年にFoxらによって開発された
- ・ 改良型(1974戸川ほか)が患者モニターとして使われ、テルモから製品(コアテンプ)が発売された(1976)



断熱層 I を挟む2個の温度センサ T1およびT2の温度を等しく保つようにヒーターHを制御すれば、T1、T2は深部の温度と等しくなる



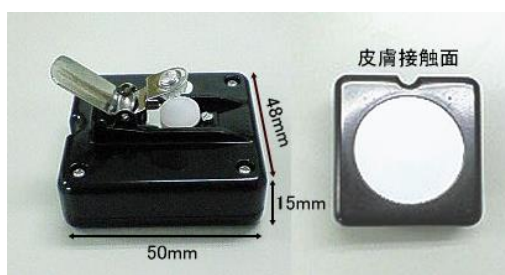
コアテンプ
(1976)



コアテンプCM210 (2006)



戸川先生試作



キューオーエル社試作 (2006)

熱流補償方式は、現状の技術を結集すればウェアラブル体温計の新たな展開が期待でき、深部体温計と同等の機器として、医療機器の認可および保険適用が得やすいが、極限までのローパワー化やコストダウン、装着法の工夫などが重要とのことでした。ウェアラブル体温計の開発は、基本コンセプト、開発投資、行動力、感性など高いレベルが要求されるがチャレンジに値する、とまとめられました。

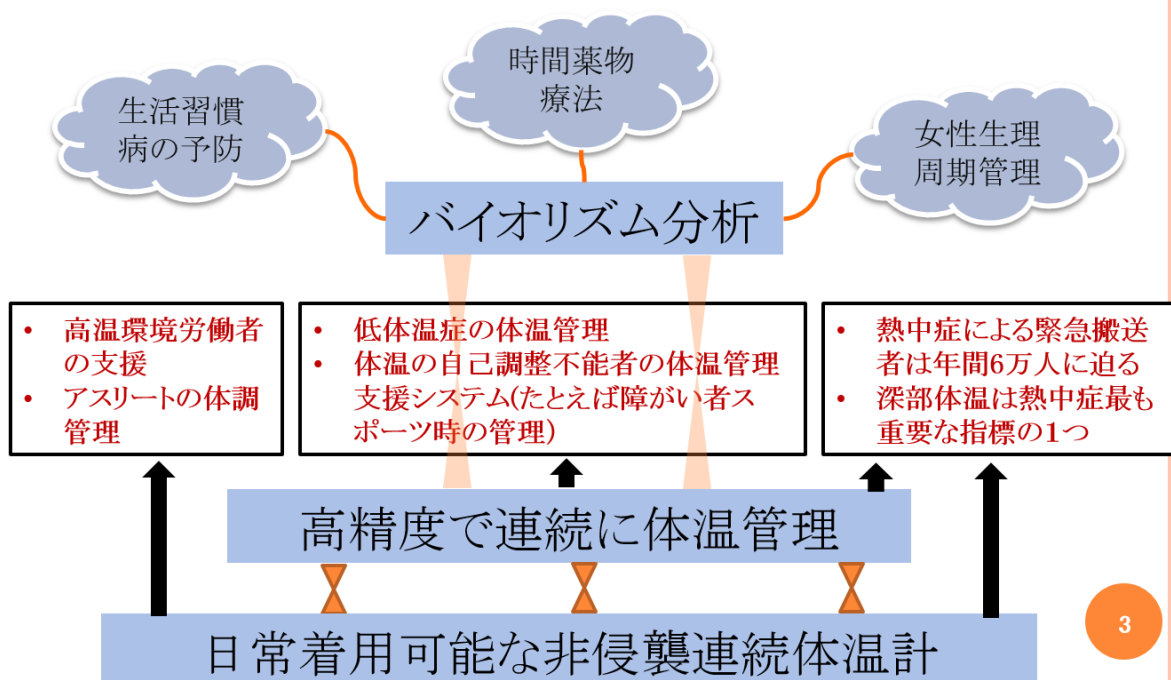
講演②「携帯型深部体温計の開発」

大阪電気通信大学 田村 俊世先生



田村先生からは、奈良先端科学技術大学院大学 黄 銘先生と開発に取り組まれた、非加熱型双熱流法の深部体温計についてお話をいただきました。まず、体温測定による体調管理の重要性について、アスリートや低体温、熱中症など日常的に連続計測を必要とするニーズを説明いただきました。

体温測定的重要性



3

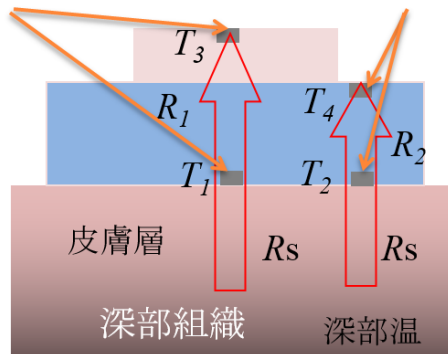
熱流補償法は、体表面からの熱の放散を見かけ上0にすることにより、体内部から体表面への熱流がなくなり、体表面と体深部が熱平衡状態になるのでこの状態で体表面温度を測れば、深部と同じ温度を計測できるという原理です。現在製品化されている深部体温計は、据え置き型の加熱方式なので、これを携帯型とするため、非加熱型双熱流法を採用した深部体温計を開発されました。

非加熱型双熱流法の深部体温計の原理

双熱流法

温度センサ・ペア1

温度センサ・ペア2

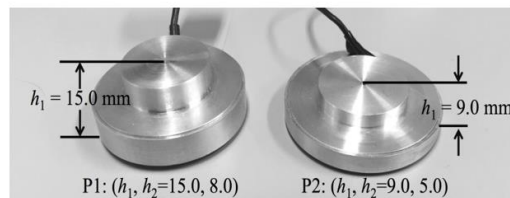


熱流が垂直方向のみ伝導する仮設
で、深部温を推定

$$T_D = T_1 + \frac{(T_1 - T_2)(T_1 - T_3)}{K(T_2 - T_4) - (T_1 - T_2)}$$

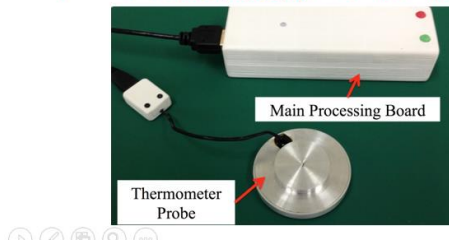
システム

センシング部ー深部体温計のプロープ



- 14 Bitsデジタル温度センサーら内蔵
- 直径44.0 mm、高さ10.0 mm＋軽量設計
- 熱伝導性が良い両面テープ
によって皮膚と緊密的に接着

データ処理収集部ーメイン電子基板



- 温度情報の1MBメモリ搭載、
- 830mAh ニッケル水素電池が搭載
- 3日間の深部体温データの保存が可能
- USB通信によるデータ取得

試作体温計の着用方法や、計測結果などもご説明いただき、従来の深部体温計と同等の精度や応答特性の結果が得られたとのことでした。オムロンヘルスケア、テルモなどのメーカーでも、非加熱型深部体温計の開発が進んでいるなど、携帯型の深部体温計実現の可能性があることを発表頂きました。

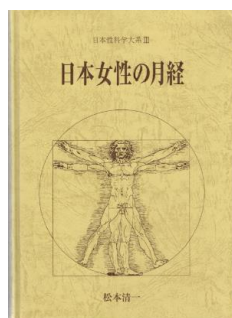
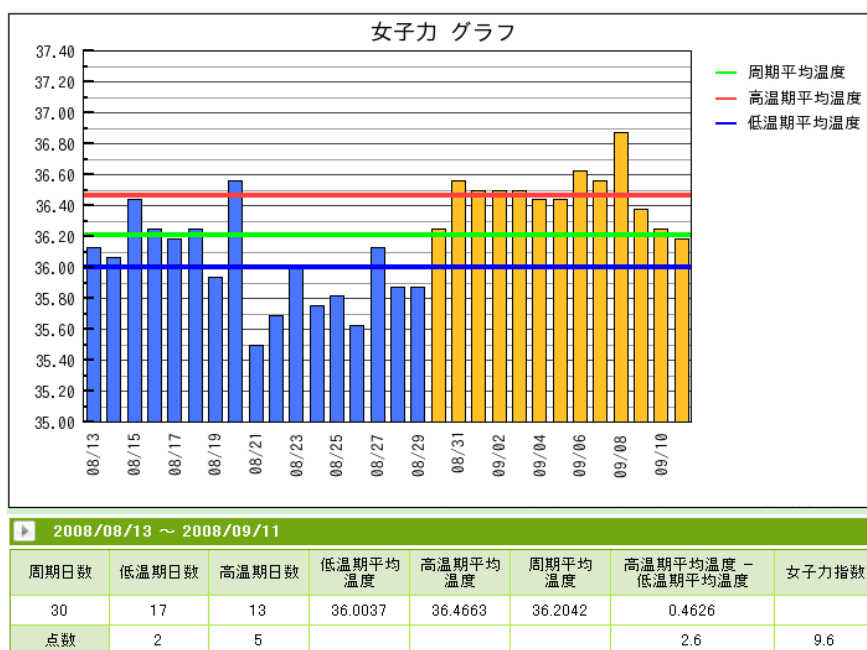
企業発表「女性の健康を半世紀前と比較－自動計測基礎体温データの分析－」

キューオーエル株式会社 北沢 真澄



企業発表では、キューオーエル(株)が2014年度より、NICT（国立研究開発法人情報通信研究機構）委託事業「ソーシャル・ビッグデータ利活用・基盤技術の研究開発」で取り組んでいる「月経周期と基礎体温に基づく女性健康予報システムの研究開発」での分析結果が発表されました。

今回の分析は、2008/7～2014/7の期間にRan's Night データが記録され、右の女子力グラフで二相性が確認された653名分の7,418周期分（温度記録は197,516日）と、半世紀前の、高温期日数が10日以上あるもの3,000周期の集計を、周期日数・低温期/高温期日数で比較しました。



半世紀前のデータとしては、松本清一先生の著書、日本性科学大系Ⅲ「日本女性の月経」より数値を引用、松本先生が正常排卵性周期としてまとめたデータ（1962）は、基礎体温所見で明らかな2相性周期を呈し、高温期が10日以上あるものを3,000周期の集計だったため、比較データとしては、女子力グラフで二相性が確認され、かつ高温期が10日以上あるものを対象としたとのこと。

二相性が確認できた 7,418 周期分のデータ状況

		周期数	周期日数	低温期日数	高温期日数	温度差	日数	Ran's Night温度
年代別								
～19歳	平均値	182	29.7	19.8	9.9	0.3816	4,465	36.0153
	標準偏差		9.9	9.1	3.7	0.1694		0.4524
20～24歳	平均値	535	33.5	21.7	11.8	0.3873	14,402	36.0690
	標準偏差		8.9	9.1	2.8	0.1686		0.4580
25～29歳	平均値	3,463	32.7	20.8	12.0	0.4018	93,434	36.1373
	標準偏差		9.9	10.0	3.4	0.1596		0.4572
30～34歳	平均値	728	31.4	19.4	12.0	0.3928	19,795	36.1616
	標準偏差		7.6	7.7	2.4	0.1496		0.4307
35～39歳	平均値	681	30.8	18.8	12.1	0.3911	17,897	36.1839
	標準偏差		6.9	7.2	2.4	0.1659		0.4395
40～44歳	平均値	970	29.5	17.6	11.9	0.3817	25,117	36.1909
	標準偏差		8.2	8.1	2.5	0.1557		0.4827
45～49歳	平均値	761	29.0	17.9	11.1	0.3576	19,215	36.1237
	標準偏差		14.2	14.1	2.7	0.1647		0.4627
50歳～	平均値	98	35.5	24.8	10.7	0.3783	3,191	35.8463
	標準偏差		27.9	27.7	3.2	0.2124		0.4867
季節別								
春	平均値	1,864	31.3	19.6	11.7	0.3753	49,975	36.1840
	標準偏差		8.7	8.6	2.8	0.1549		0.4497
夏	平均値	1,808	31.5	19.6	11.9	0.3550	47,408	36.0844
	標準偏差		9.8	9.9	2.8	0.1607		0.4571
秋	平均値	1,907	31.9	20.1	11.8	0.4151	49,988	36.0947
	標準偏差		11.3	11.3	2.6	0.1663		0.4605
冬	平均値	1,839	31.8	20.0	11.8	0.4171	50,145	36.1821
	標準偏差		11.2	11.2	3.9	0.1551		0.4640
全体								
合計	平均値	7,418	31.6	19.9	11.8	0.3909	197,516	36.1370
	標準偏差		10.3	10.3	3.1	0.1615		0.4603

年齢階層別日数比較

年齢	時期	例数	周期日数		低温期日数		高温期日数	
			平均(日)	標準偏差	平均(日)	標準偏差	平均(日)	標準偏差
13～17歳	50年前	280	34.67	9.43	22.97	9.39	11.72	1.54
	今回	47	32.49	11.68	20.21	11.26	12.49	1.73
18～19歳	50年前	100	33.16	6.62	20.99	7.07	12.20	1.89
	今回	54	30.57	4.94	18.31	4.29	12.26	19.05
20～24歳	50年前	350	31.00	5.67	18.41	5.65	12.39	1.56
	今回	425	33.88	8.22	21.14	8.29	12.75	1.82
25～29歳	50年前	1,000	31.28	7.46	18.58	7.43	12.66	1.63
	今回	640	32.11	6.20	19.57	6.28	12.55	1.68
30～34歳	50年前	750	30.07	5.51	17.23	5.31	12.76	1.64
	今回	640	32.48	7.24	19.81	7.23	12.67	1.68
35～39歳	50年前	400	29.40	4.80	16.71	4.54	12.63	1.62
	今回	597	30.97	6.49	18.23	6.55	12.74	1.78
40～52歳	50年前	120	28.37	4.02	15.91	4.28	12.46	1.76
	今回	597	29.35	6.04	16.90	5.83	12.47	1.75
合計	50年前	3,000	30.96	6.75	18.36	6.75	12.54	1.66
	今回	3,000	31.64	7.01	19.03	6.70	12.62	1.74
20～39歳	50年前	2,500	30.57	6.36	17.85	6.24	12.65	1.63
	今回	2,302	32.24	7.04	19.58	7.09	12.67	1.73

まだ、集計途中なので、今後もしっかり分析してみるとのことでしたが、50 年前より低温期が平均約 0.7 日長くなっていたという結果をどう判断したらよいか？という問題提起がありました。

今回①自動計測機器の温度からも十分に二相性を把握できることと、②簡便な計測方法とデータの WEB 管理は長期間継続可能で、健康管理に有用であることを実証できたという発表でした。

陳先生からは、50 年前も今回もこのようにたくさんのデータを取り集計できていることへの評価と、堀口雅子先生からは産婦人科系の学会などでも発表すべきとのご意見が出ました。

研究会の後は、8F に会場を移しての懇親会となりました。



計測機器の開発や組み込みソフト設計などの仕事をされている前シチズンご担当者でもある土田眞人さんが、当日チェロを抱えてやってこられたので、皆でお願いした「白鳥」を演奏していただき、さらにアンコールでもう 1 曲、以前 CM で聞いたことがあるかっこよい曲を弾いてもらい、素晴らしい時間を共有できました。

次回第 19 回は、2016 年 5 月を予定しております。みなさま半年後にも、ぜひご参加ください。またお目にかかること、楽しみにしております。