The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	针对脉搏波诊断精神病患者心理特征的技术可靠性的分析以及向中国大力推介的可行性的展望
Author(s)	胡, 毓瑜; 雄山, 真弓; 三好, 恵真子
Citation	大阪大学中国文化フォーラム・ディスカッションペーパー. 2015, 2015-2, p. 1-14
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/51215
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

Osaka University
Forum on China

Discussion
Papers
in
Contemporary
China
Studies

No.2015-2

针对脉搏波诊断精神病患者心理特征的技术可靠性的分析以及向中国大力推介的可行性的展望

胡 毓瑜　雄山 真弓　三好 惠真子

大阪大学中国文化论坛 讨论文件 No.2015-2

针对脉搏波诊断精神病患者心理特征的技术可靠性的分析以及向中国大力推介的可行性的展望

2015 年 2 月 25 日

胡 毓瑜* 雄山 真弓** 三好 惠真子***

* 大阪大学人间科学研究科，**关西学院大学名誉教授，***大阪大学人间科学研究科准教授

前言

心理学是一门研究人类的心理现象、精神功能和行为的科学，而其中的生理心理学，则是通过分析生命信号来获取生理信息，依此进而推断人类的生理及心理变化的规律，是一门从多学科、多角度和多层次对心理行为现象展开研究的学科。近几十年来，生理心理学发展显著，特别是通过测取脑电波、心电图、心率、血压、脉搏波等生命信号，并利用各种分析手法，掌握了很多传统心理学难以得到的信息，进一步促成了许多重要的科学发现和研究成果。然而，对于生命信号的分析，其方法即使在当代，也多是基于线性理论的范畴，在这种情况下，很难对信号中的非线性部分，尤其是带有混沌信息的部分进行深入的研究。

混沌现象是指发生在确定性系统中的不规则运动。一个确定性理论描述的系统，其行为却表现为不确定性—不可重复且不可预测，这就是混沌现象。明明是遵从一定规则的事物，却表现出无规律性，其原因基于这样一个事实：尽管构成对象的各个要素的运动是单纯的，但是作为一个集合体其运动却是极其复杂的。这样的对象通常被称之为复杂系统。人体正是一种复杂系统，因此，有一个观点提出：多数生命信号中都包含了混沌信息[Abarbanel et al., 1993]。近年来，伴随着混沌理论研究的完善和分析手段的发展，这一观点不断被各种实验所证明[雄山, 2012]。

本研究亦将采用非线性的分析方法，即混沌解析，通过对脉搏波的信息成分加以分析，以更直观的图像和更客观的数据来比较和区分正常人群与精神病患者之间的心理特征和心理状态的差异。而之所以选择脉搏波，其原因之一是在于：与其他生命信号，尤其是与心理状态相关的生命信号，例如与脑电波、脑磁图等相比，其测试和操作格外方便，同时具有对人体无侵袭、无损伤的优点。另一方面，脉搏波在中国早已广为人知，易以推广。此外，如下文所述，考虑到在应对心理问题方面，目前中国尚属认知程度较低、治疗体制不完善的阶段，在这样的情况下，通过引进脉搏波的测定和诊断，推广对精神疾病的认识和预防，不失为一个行之有效的方法[胡＆三好，2014]。

Ⅰ．研究背景

在中国社会步入高速现代化的同时，也出现了许多问题，心理问题就是其中之一。根据中国医师协会精神科分会发布的数据，目前中国的重症精神病患者约为 1,600 万人，抑郁症患者也已达 3,000 万人，而 17 岁以下的青少年中有情绪障碍和行为问题的约为 3,000 万人，北京大学精神卫生研究所副所长唐宏宇经研究更指出其中的 10%有肇事肇祸行为及存在危险性。2011 年，中国的央视新闻调查证实曾有统计称：精神病患者每年造成的严重肇事案件超过万起。很显然，就当代中国而言，精神疾病已成为较严重的公共卫生问题和社会问题。

然而在中国，心理问题的社会认知程度仍普遍较低。近年来，中国高校大学生的自杀人数呈上升趋势，对此，很多人都注意到了与之相关的教育环境的问题，例如僵化的应试教育、变味的教育产业化和生硬的教育行政化等等，却并不关注，也不重视个体的心理状况引起的问题。诚然，在中国由于制度的不完善，引发了很多社会问题，但在巨大的客观因素背景下，也掩盖了一部分本该属于主体因素的问题。很显然，在相似的教育环境与社会体制下，并不是所有人

都选择了相同的人生道路。这种巨大的个体差异很大程度上与心理素质相关。可非常遗憾的是，在中国人们并不习惯于从心理的角度来认识和解决问题。造成这种情况的原因，笔者认为有三。其一是中国的心理学尚未实现在学术方面的全面发展。心理学是一门历史相对年轻的学科，其从哲学范畴中脱离出来，并发展成为一门独立的学科也不过百余年，而中国的心理学起步则更晚，且中途饱受战乱影响，尤其是新中国成立后，更因为政治因素被禁止了十年[荊,1989]。所以中国的心理学无论是在学术体系上还是人才培养、研究成果上与国际通行水准相比尚存很大的不足。其二是在一般的中国民众的传统观念里，对心理疾病仍相当忌讳。事实上，任何人多多少少都会有心理状态不安定的时候，可对于绝大部分中国人而言，并没有接受心理咨询、辅导和治疗的习惯。甚至可以说，尚有相当一部分的人以进精神医院、看心理医生为耻。其三是在硬件方面的严重滞后。尽管从 2013 年 5 月起，《中华人民共和国精神卫生法》开始实施，但目前全国范围内具有精神疾病治疗资格的医生仅有 2 万人，也就是说，10 万国民仅对应 1.46 个医生[海部, 2014]。与心理问题相关的基础条件和防治体制的不健全可见一斑[1]。

而另一方面，许多发达国家对心理问题却极其重视，其心理疾病的防治方法不断发展，而脉搏波测定技术和分析方法正是其中之一。由于脉搏波测定这种方法具有测定简易，数据客观，结果直观的特点，故而并不一定需要有强有力的学术传统来支持；尽管是反映心理状态，但其在表现形式上则更接近于反映生理现象；一般情况下，甚至可以实现自我测量，观察和简单的判断。因此，笔者认为，若能保证其测定和分析过程的科学性以及结果的有效性，则至少在理论层面上具备了值得推广的价值。

II．脉搏波的测定与分析方法

中医中有“望闻问切”之说，其中的“切”，从某种意义上来讲，即是通过对人体脉搏的频变和强弱的把握来判断人的生理状态，与脉搏波的原理一脉相承。可见从脉搏波中是可以获取重要信息的。然而，这一技术却仅仅掌握在一部分人的手中，并且运用得当与否往往取决于医生的能力和经验，故而不具备较强的传承性。而本研究中，脉搏波的测定则是由机械设备来实现。

1）脉搏波的原理与测定方法

脉搏波可以看做是“毛细血管中流动的血红蛋白的数量变化”[Sumida et al., 2000]。一般情况下，脉搏波中的周期性变化是由心脏搏动造成的。然而通过各种实验，更多的研究者发现并证实，脉搏波不仅仅受到人体循环系统的影响，以往被认为属干扰因素的不安定部分，即脉搏波中的非周期性变化也包含有混沌信息，而正是这部分信息被认为与人体的神经系统关系密切，只要合理采用有效的解析手段，就很有可能获得更多和更重要的有关于人的心理状态与心理特征的重要信息。

至于脉搏波测定的系统，主要包括两个方面：测定装置（附有读取指尖脉搏波的红外线传感器）与电脑（包括分析软件）,如图 1 所示。

[1] 西方发达国家 10 万国民则对应 2000 个医生。

图 1. 测定装置与电脑

测定装置依靠红外线传感器，获取流动于指尖毛细血管中的血红蛋白数量的变化信息，然后将该信息以数码形式保存到电脑中。目前，智能手机等其他电子设备也能作为终端接收和保存信息。

2）脉搏波的分析方法

由于脉搏波中含有循环系统和呼吸系统的信息，通过频谱分析，则可以得到两个指标，即 LF（Low Frequency）和 HF（High Frequency）。其中 LF 指的是心率中的低频部分，受交感神经和副交感神经共同作用，而 HF 指的是心率中的高频部分，主要受交感神经影响。由于交感神经会在应激时表现为兴奋，而副交感神经会在安定时表现为兴奋，故而能在一定程度上了解当前所处的心理状态。接下来通过这两个指标，做一个简单的运算，还可以求得自律神经平衡值（autonomic nerve balance,ANB），本文中的自律神经平衡值定义如下

$$\mathrm{ANB} = 10 \times \frac{LF}{HF+LF} \qquad (1)$$

当自律神经平衡值大于 5 时，可以认为交感神经起主导作用，反之则是副交感神经起主导作用，由此可以了解自律神经的平衡状况[Hu et al., 2011]。

而关于非线性的混沌分析，本文中所涉及的方法是绘制吸引子和计算最大李雅普诺夫指数(The largest Lyapunov exponent ,LLE)。

牛顿确定性理论能够充分处理的多为线性系统，这也是传统的线性分析的方法难以从混沌现象中获得更多有效的信息的原因。对于这样的非线性系统，一个已经较为成熟的判别其是否存在混沌现象的方法，即为描绘其吸引子。吸引子是一个数学概念，用于描绘运动的收敛类型。一般情况下，吸引子有 4 种类型(图 2)，即点吸引子、周期吸引子、准周期吸引子和奇异吸引子。

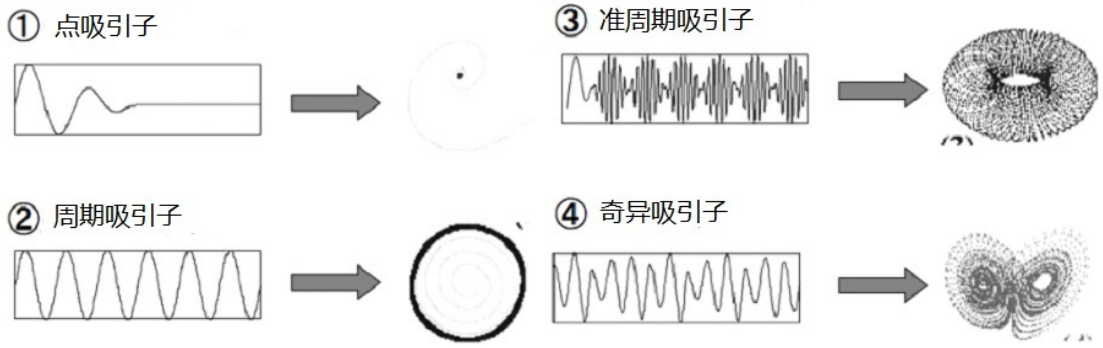


图 2. 吸引子的类型

前三种又称为一般吸引子，表示长期运动的简单情况，即静止状态、直线运动以及周期性运动。而吸引子若是呈现出奇异的蝶形，则可称之为奇异吸引子，这正是混沌现象的一个重要特征。它具有非常奇特的拓扑结构和几何形式，呈现出无穷多层次的自相似结构，其几何维数为非整数的一个集合体。由此可以判断一个信号中是否含有混沌的信息。

利用测定获得的脉搏波的数据，可以绘制吸引子，而本文采用的方法是依靠时间序列的波形绘制吸引子的 Takens 嵌入法。对于时间序列的波形数据，依照时间顺序，按一定间隔取 n 个样本，记为 X(i)（i=1,2,…n），每个样本在 d 次元的空间描绘轨迹，也即是取适当的延滞时间 r，得到向量

$$X(i) = [x(i), x(i+r), \dots, x(i+(d-1)r)] \qquad (2)$$

把该向量 X(i)的各个值 x(i),x(i+r),x(i+2r),…,x(i+(d-1)r)作为 d 次元坐标轴的值，当 n 的值不断增加的时候，即可得到变化轨迹，也即是吸引子。在描绘吸引子的时候，最为重要的是确定 d 的值，本文采用的是 False Neareast Neighbor 分析法（具体方法略），通过 FNN 法的两个基准尺度，计算得到适合脉搏波的次元数 d=4，以及延滞时间 50ms(图 3)[Oyama-Higa & Miao,,2006]。

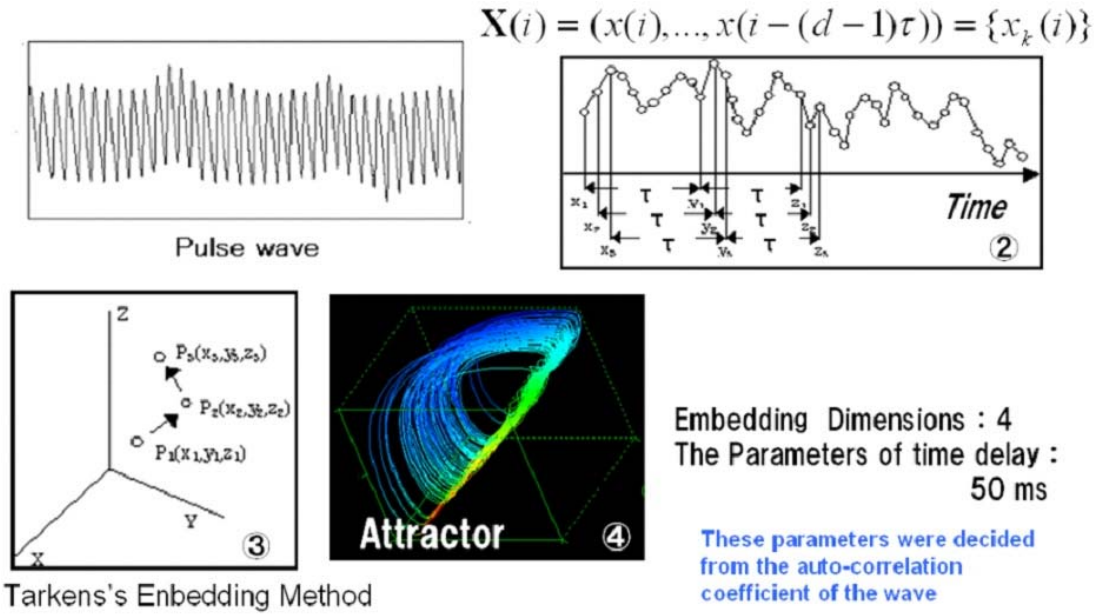


图 3. 脉搏波的吸引子的绘制

而进一步，为了定量分析吸引子所携带的信息，需要计算最大李雅普诺夫指数。李雅普诺夫指数指的是邻轨线间的平均发散率，是一个统计平均量。其最大值即被称为最大李雅普诺夫指数。最大李雅普诺夫指数的大小，反映了吸引子变动幅度的大小，换而言之，能够根据最大李雅普诺夫指数的大小，来判断系统的变化强度。其定义为

$$\mathrm{LE} = \lim_{t\to\infty} \lim_{\epsilon\to 0} \frac{1}{t} \log \frac{|\delta X_\epsilon(t)|}{|\epsilon|} \tag{3}$$

$$\delta X_\epsilon(t) = X(t) - X_\epsilon(t) \tag{4}$$

$$\epsilon = \mathrm{X}(0) - X_\epsilon(0) \tag{5}$$

本研究在计算最大李雅普诺夫指数时，所采用的是 Sana 与 Sawata 提出的方法，也就是先推导出近似的雅克比矩阵，然后求得最大李雅普诺夫指数（具体计算过程略）[Sano & Sawada., 1985]。通过上述方法，若是脉搏波测量的时间为 3 分钟的话，则能得到 36,000 个数据。以最初的 3,500 个数据里的最大值为第一个最大李雅普诺夫指数，之后每 200 个数据寻找一次，从而获得一列最大李雅普诺夫指数。如此在第一分钟将得到 43 个最大李雅普诺夫指数的数据，3 分钟总共是 163 个。

最大李雅普诺夫指数，作为反映系统变化强弱的指标，在脉搏波中的表现，则用来反映人面对外界刺激时的应对性。如果最大李雅普诺夫指数的数值偏高，从积极的一面看，意味着适应性强，消极面则意味着心理状态不稳定。反之，如果最大李雅普诺夫指数的数值偏低，则意味着外界适应能力弱。

III．精神疾病的患者的特征分析

1）脉搏波测定实验

本文将以抑郁症为例，来分析精神病患者的心理特征。抑郁症又称为抑郁障碍，主要临床表现的特征为显著而持久的心境低落，是心境障碍的主要类型。临床可见心境低落与其处境不相称，情绪的消沉可以从闷闷不乐到悲痛欲绝、自卑抑郁，甚至悲观厌世，演化成自杀的企图或行为；发生木僵；部分病例有明显的焦虑和运动性激越；严重者可出现幻觉、妄想等精神病类型的症状。由于抑郁症往往在患者自身毫无察觉的情况下发展，所以早期发现与早期治疗至关重要。

2009 年 8 月到 9 月，在专业咨询师和精神科医生提供的帮助下，测得了抑郁症患者的指尖脉搏波的数据，共计 195 次，部分病名如表 1 所示[Hu et al., 2011]。

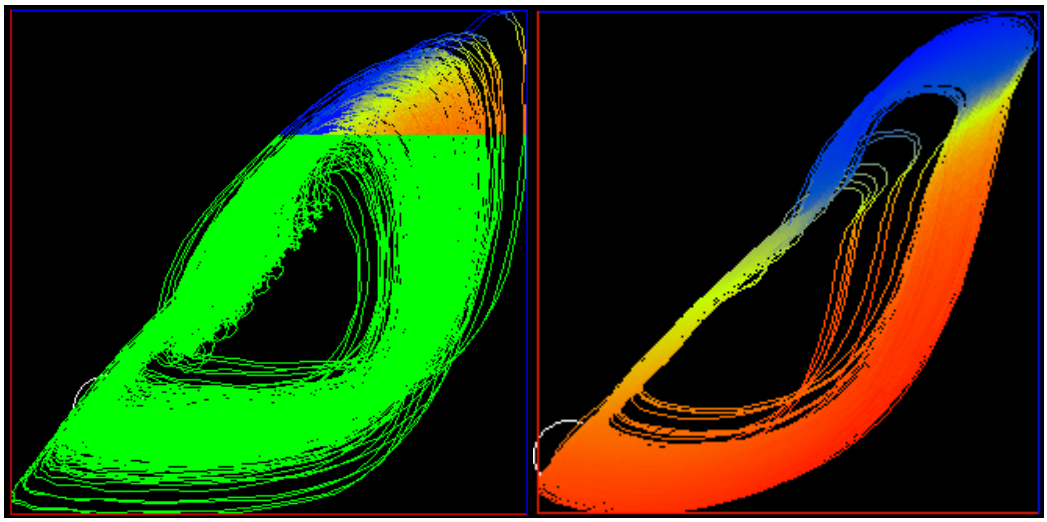
表 1. 部分接受测试的抑郁症患者的病名

患者编号	病名
1	重性抑郁障碍，原发性睡眠障碍
2	循环性情感症
3	进食障碍，器质性精神病性障碍（甲状腺机能低下症）
4	重性抑郁障碍（单纯型）
5	短暂性精神病性障碍（有显著的精神紧张因素）
6	第二型躁郁症
7	循环性情感症，强迫性恐惧症
8	经前综合症，器质性精神病性障碍
9	器质性精神病性障碍（桥本病）
10	亚斯伯格症候群
11	分裂情感性障碍（抑郁症型）
12	循环性情感症
13	社交恐惧症
14	心境恶劣障碍，创伤后心理压力紧张综合症，多元性化学敏感症
15	分裂情感性障碍（抑郁症型）
16	器质性精神病性障碍（桥本病）
17	重性抑郁障碍（单纯型），急性应激障碍
18	进食障碍，心境恶劣障碍，经前综合症
19	心境恶劣障碍，创伤后心理压力紧张综合症
20	重性抑郁障碍（反复型），倦怠症

作为对照组，以关西学院大学的 116 名学生为对象，同样测试了指尖脉搏波。

2）吸引子的比较分析

依照前文所述方法，可以绘制学生与抑郁症患者的吸引子，其结果如图 4 所示。很显然，学生的吸引子的幅度比起抑郁症患者的幅度要宽。



学生的吸引子　　抑郁症患者的吸引子

图 4. 健康者与抑郁症患者的吸引子

然而，吸引子的宽或窄，只是一个相对的感念，在没有比较对象的时候，往往难以进行判别。故而进一步的，对获得的脉搏波 (图 5)进行一次和二次微分，可以得到如图 6 和图 7 所示的波形。

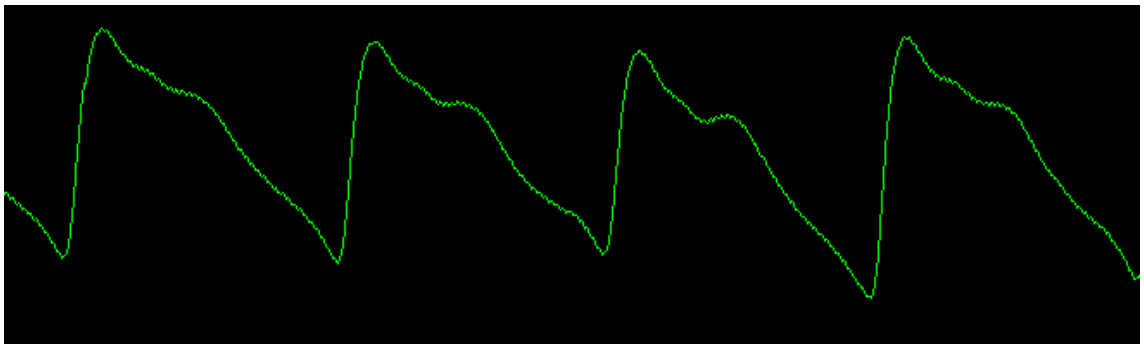


图 5. 由容积变化得到的波形

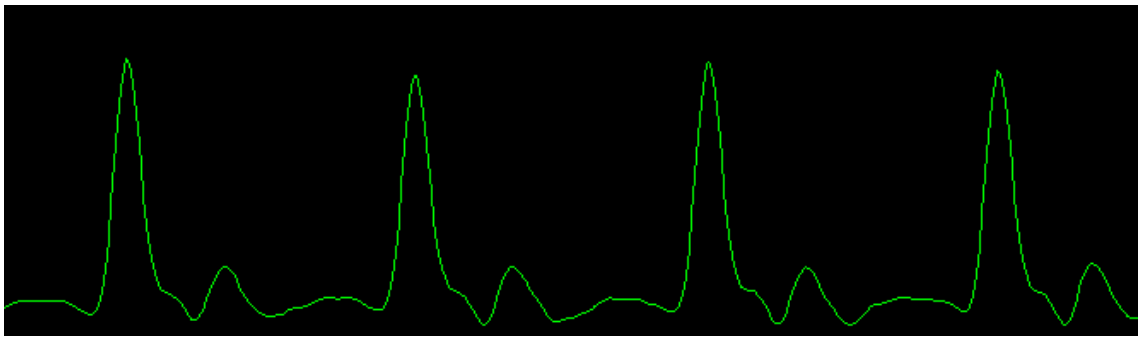


图 6. 容积变化波形经过一次微分之后的波形

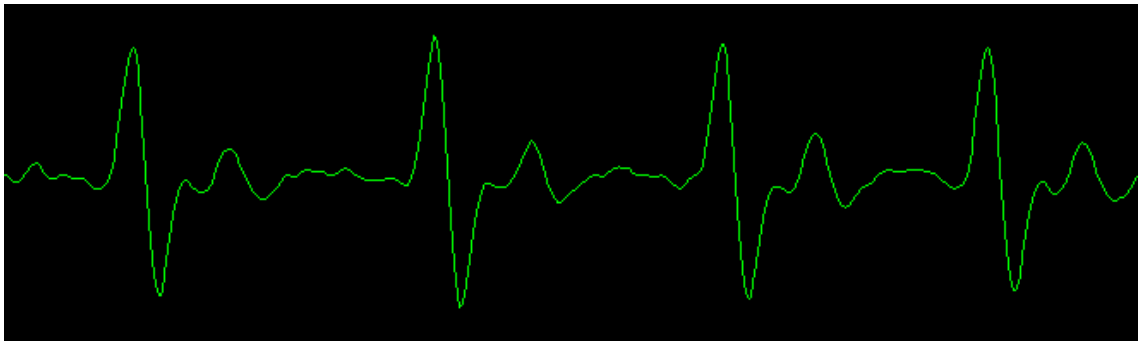
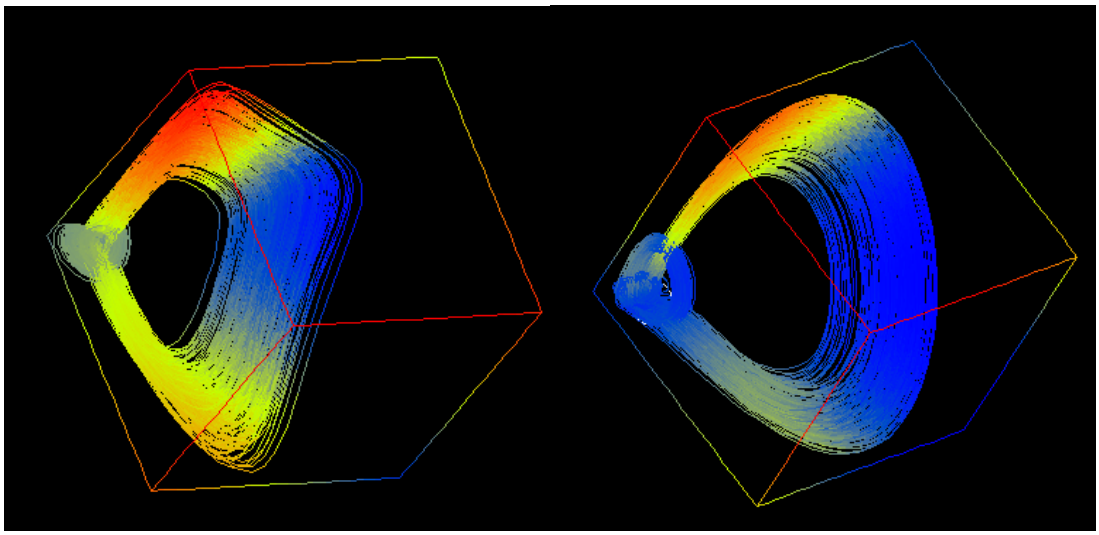


图 7. 容积变化波形经过两次微分之后的波形

如果说脉搏波是由血红蛋白数量变化引起的容积变化，那么经过一次微分之后得到的波形则可以被看做为表现变化速度的波形，这里称之为速度波形。而经过二次微分的波形则可以被看做是表现变化加速度的波形，这里称之为加速度波形。对于速度波形和加速度波形，再构建其吸引子，其形状如图 8 及图 9 所示

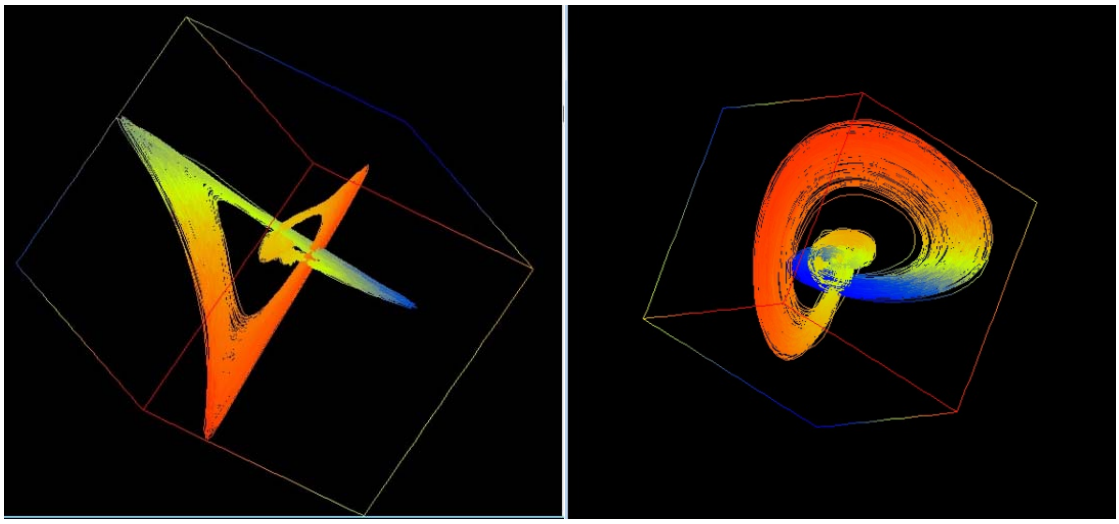


学生的吸引子　　抑郁症患者的吸引子

图 8.速度波形的吸引子图

可以发现，抑郁症患者的加速度波形的吸引子与学生的加速度波形的吸引子大不相同。抑郁症患者的吸引子，呈现出类似圆形的没有棱角的空间结构，而学生的吸引子则呈现出类似三角型的空间结构。两者区别异常明显，故而能作为对抑郁症作出直观判别的手段[2]。

[2] 当微分继续进行下去的时，一方面会失去波形的物理意义，另一方面得到吸引子会趋于平面，不调整角度进行观察的话，反而难以区别，故不继续讨论



学生的吸引子　　抑郁症患者的吸引子

图 9.加速度波形的吸引子

3）数值分析

进一步计算其最大李雅普诺夫指数，测定时的即时变化如图 10 及图 11 所示

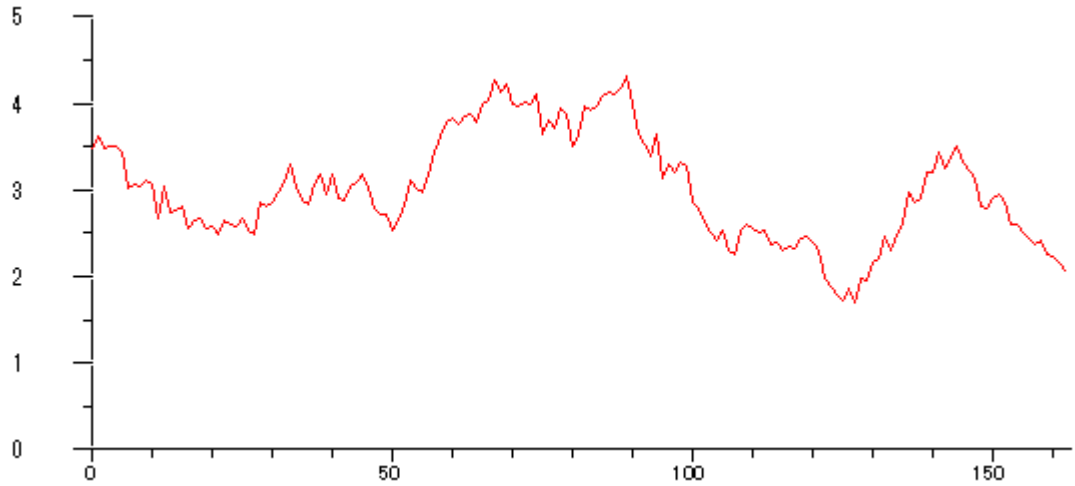


图 10. 学生的最大李雅普诺夫指数的变化

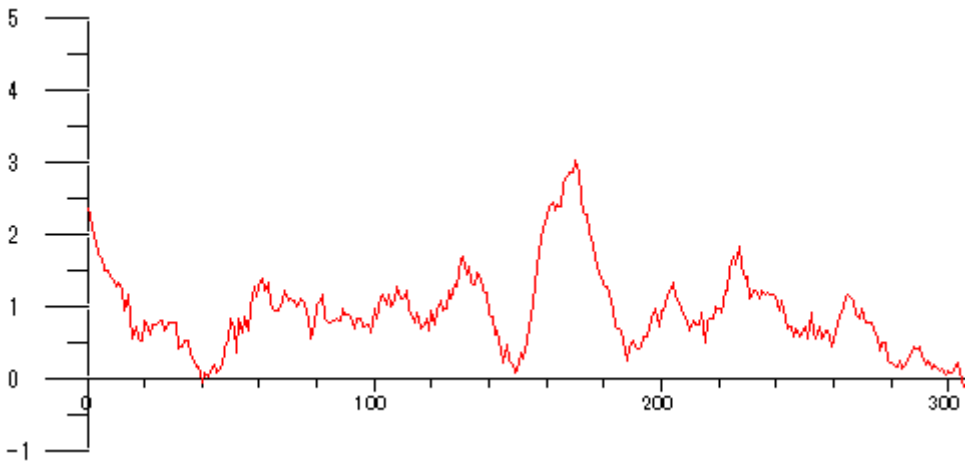


图 11. 抑郁症患者的最大李雅普诺夫指数的变化

其实健康者往往有这样的特征：最大李雅普诺夫指数在相对高的位置随时间推移而波动。相比之下，患者的最大李雅普诺夫指数则偏低。最大李雅普诺夫指数长时间持续偏低，可以认为该患者厌恶与人交流而自闭，这正是抑郁症的一大特征之一[雄山,2012]。

而另一方面，观察测定时的 LF 和 HF 的数值变化，其情况如图 12 和图 13 所示

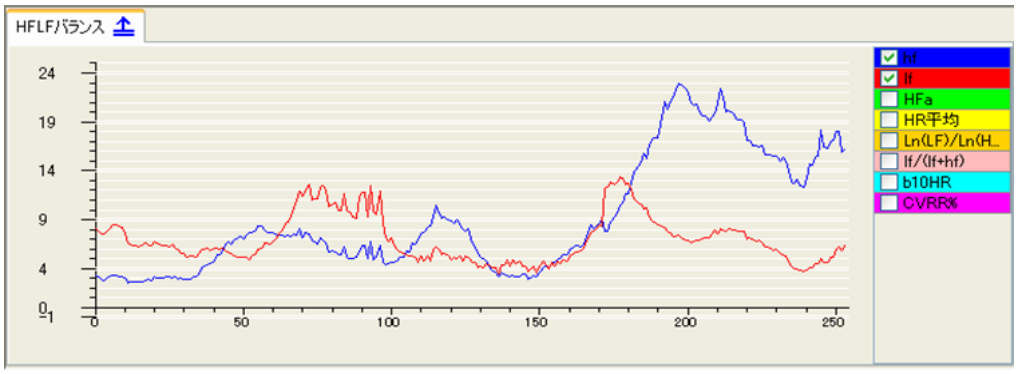


图 12

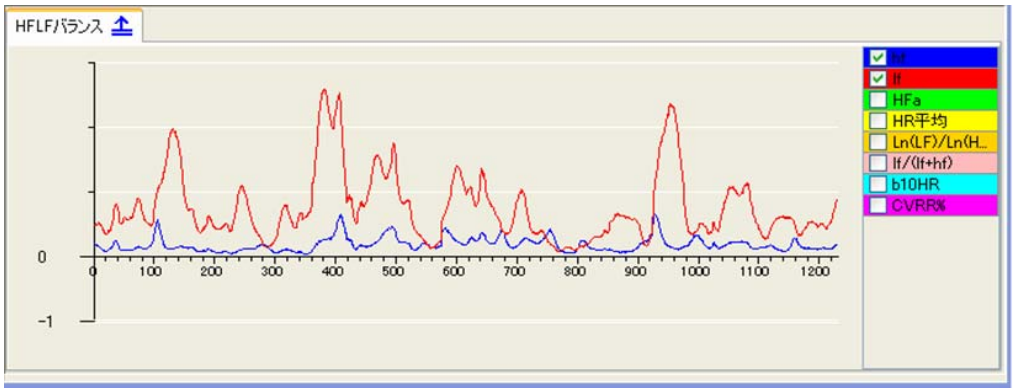


图 13

可以看到学生的 LF 和 HF 的值时高时低，而其 ANB 多处于 5 附近。这正反映了健康者在一般状态下是受交感神经和副交感神经共同作用的，而共同作用的结果往往是交感神经和副交感神经处于平衡状态。而另一方面，抑郁症患者的交感神经则一直处于优势，这正反映了抑郁症患者内心的状态：尽管不想与人交流，但其内心却并非是一种无聊、消极的状态，反而是一种紧张、烦躁的状态，认识这一点对于周围人群，尤其是抑郁症患者的家属、朋友而言，将会非常重要。

尽管上面给出的是典型的例子，却并非个例。对最大李雅普诺夫指数和自律神经平衡值的总体均值进行比较，其结果如图 14 和图 15 所示

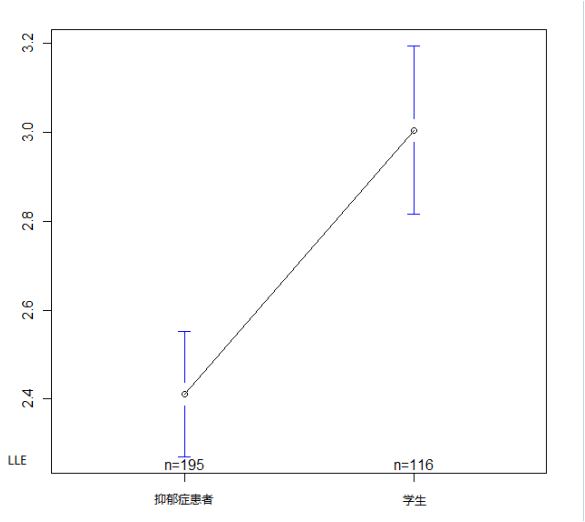


图 14. 抑郁症患者与学生的最大李雅普诺夫指数平均值

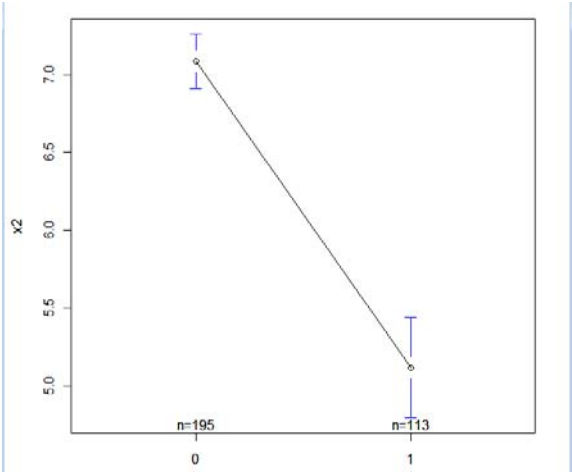


图 15. 抑郁症患者与学生的最大李雅普诺夫指数平均值

可以发现，无论是最大李雅普诺夫指数还是自律神经平衡值，抑郁症患者群和健康人群的总体均值是有差异的，进一步对这两组数据进行方差分析，其结果为：两组 P 值皆小于 0.01。

故有理由相信两组数据之间存在显著的差异，也即是说，抑郁症患者的最大李雅普诺夫指数低于健康人群，而自律神经平衡值高于健康人群的结果是具有统计意义的。

此外，利用上述指标进行判别分析（经检验其正确率在 90%以上）[Hu et al., 2011]，或进一步计算 SampEn（Sample entropy），RD（regularity dimension）等指标，并与最大李雅普诺夫指数做相关分析的话，能更有效的分离抑郁症患者和健康人群[Pham et al., 2013]，而相关数理研究还将继续进行下去。由于其分析方法和结果过于抽象，暂时不在本文中展开讨论。

IV．结论与后续的课题

经过上述实验与分析已经证明，脉搏波的测定方法相当简便；而对于从脉搏波中获取的信息，利用混沌解析等数理分析的手法，可以对抑郁症进行直观的判别。尽管分析方法比较复杂，但这一过程完全可以实现程序化。同时，由于结果的客观性，故而有利于进行自我心理状态的检测，不仅能做横向比较（与其他人群的数值进行比较），还能做纵向比较（与自身的历史数值进行比较）。

当然，脉搏波测量和分析方法仍需要做进一步的完善，尤其当专门用于判别精神疾病的时候，需要解决以下几个课题。

首先是对精神疾病种类做更细致的分析。本文中是以抑郁症为例做的分析，但是心理疾病却并非抑郁症一种，在相同的分析方法下，其他心理疾病会有什么反应，尤其是是否存在相似反应，这是一个必须要进行验证的课题。另一方面，抑郁症也是一个大的分类，对于其中各种具体病症应该要做更详细的比较分析。

其次是要分析内在原理。本研究中，对脉搏波进行微分后得到了表示速度和加速度的波形，并进一步从吸引子的形状以及波形的极点数等角度对抑郁症患者和健康者进行了比较分析，但是造成吸引子形状差异的数理原因是什么，其内在的生理或心理的机理又是什么，解决这个课题有助于了解心理面的原理与现象之间的关系。

而一个更重要的课题是直接在中国进行脉搏波测定和获取各种数据。本研究中的分析，是基于在日本进行的实验和采集的数据。从现象而言，中国有着和日本相同性质的社会问题，而且科学的原理更是共通的，但从原因来看，在中国国内又有其特点。因此，在中国获得第一手的数据，建立中国国内的脉搏波测定数据库,对于进行更具有针对性的分析和研究有着重要的意义。

此外，脉搏波的测定和诊断在日本已经实现了产品化，但若是想在中国同样实现产品化，并投放到市场中，还需要解决更多的实际课题，比如价格问题、产权保护问题、个人隐私信息保护的课题等等。同时需要认识到的是，在防治精神疾病的整个社会系统中，脉搏波测定和分析方法仅仅是发现层面的一部分，更多情况下，必须也应该和治疗以及其他诊断方法结合起来，才能发挥更大的作用。

参考文献

Abarbanel, H.D.I., Brown, R., Sidorowich, J.J., Tsimring, L.S. (1993). The Analysis of Observed Chaotic Data in Physical Systems. *Rev. Mod. Phys.*, 65, 1331-1992.

Imanishi, A. and Oyama-Higa, M.(2005), Measuring Judgment and Operation Errors and Biological Information during Task Performance-Verification by chaos analysis of fingertip volume pulse waves-. *The Second World Congress on Lateral Computing*, Bangalore, India, 117

Imanishi, A. and Oyama-Higa, M. (2006). The Relation Between Observers' Psychophysiological Conditions and Human Errors During Monitoring Task. *2006 IEEE Conference on Systems*, Man, and Cybernetics, 2035–2039.

Oyama-Higa, M. and Miao, T. (2006). Discovery and Application of New Index for Cognitive Psychology. *2006 IEEE Conference on Systems*, Man, and Cybernetics, 2040–2044.

Sano, M. and Sawada, Y. (1985). Measurement of the Lyapunov Spectrum From a Chaotic Time Series. *Phys. Rev. Lett.*, 55, 1082-1085.

Sumida, T., Arimitu, Y., Tahara, T. and Iwanaga, H. (2000). Mental Conditions Reflected by the Chaos of Pulsation in Capillary Vessels. *Int. J. Bifurcation and Chaos*, 10, 2245–2255.

T.D. Pham, C.T. Truong, M. Oyama-Higa, M. Sugiyama, Mental-disorder detection using chaos and nonlinear dynamical analysis of photoplethysmographic signals, Chaos, Solitons & Fractals, 51 (2013) 64–74.

Tsuda, I., Tahara, T. and Iwanaga, I. (1992). Chaotic Pulsation in Capillary Vessels and Its Dependence on Mental and Physical Conditions. *Int. J. Bifurcation and Chaos*, 2, 313–324.

Yuyu Hu, Wenbiao Wang, Takashi Suzuki, Mayumi Oyama-Higa(2011), Characteristic Extraction of Mental Disease Patients by Nonlinear Analysis of Plethysmograms, *2011CMLS*, 92–101

胡毓瑜・三好恵真子「脈波におけるカオス解析の技術開発と展望−中国における心理問題への対処法としての応用展開の可能性−」人間科学紀要，Vol.40, 27-46 (2014)

雄山真弓『心の免疫力を高める「ゆらぎ」の心理学』祥伝社（2012）

海部隆太郎「うつ病が増大する中国の現状 自殺者数 35 万人で政府も対策強化に乗り出す上海馨励健康信息咨洵有言公司 CEO 張正波氏に聞く」WEDGE Infinity，2014 年 2 月 12 日

荊其誠「中国における心理学の最近の発展」『心理学研究』Vol.60, 117-121 （1989）

大阪大学中国文化フォーラム　ディスカッションペーパー No.2015-2
Discussion Papers in Contemporary China Studies, Osaka University Forum on China No.2015-2

脈波における精神疾患患者の心理特徴
及び中国における実践と応用展開への展望

胡 毓瑜・雄山 真弓・三好 恵真子

Identifying Characteristic Physiological Patterns of Mentally Disease Patients using Analysis of Plethysmograms and the Applied Development as the Correspondence Method to the Mental Problem in China

HU Yuyu, OYAMA Mayumi, and MIYOSHI Emako

要　旨

中国では. 改革開放以後の急速な発展・社会変化とともに, 種々の問題が露呈してきたが,「心理問題」もその一つである。しかしながら中国では，心理問題に対する社会の認知度は低く, 医療体制の不備もあげられ, 精神疾患の問題さらにその問題から引き起こされる様々な社会問題は，かなり深刻な状況であるといえよう。そこで，人々が個々で対応できる早期発見と予防のために, 我々の開発した脈波測定技術の導入は, 有効な手段となり得ると考えられる。脈波は重要な生体信号として，様々な情報を含む一方で，中医学において活用されてきた歴史は約三千年にも及び，中国社会での汎用の可能性は高いと想定される。

本研究では, 脈波から得られる情報や脈波に含まれるカオスの定量化により, 人の心理状態を客観的に分析して「心の状態を可視化する方法」を確立し，うつ病診断への有効性の検討を試みた。まず一次元の時系列のデータからアトラクターを描き，最大リアプノフ指数（LLE）と自律神経バランス（ANB）を算出し，患者群と学生群に分けて分析を行った。その結果, 患者群最大リアプノフ指数の値は有意に低く, 自律神経バランスは高いことが明らかとなった。また，脈波のデータを微分し，速度と加速度のデータを算出した結果，うつ病患者の加速度のアトラクターの形は健康者と著しく異なることが明示された。このような脈波の測定における分析方法の客観性と有効性を踏まえた上で，中国における実践と応用の可能性を考察し，さらに実現に向けた解決すべき課題についても言及した。

担当委員:許衛東*
http://www.law.osaka-u.ac.jp/~c-forum/box2/discussionpaper.htm

* 大阪大学・経済学研究科・准教授