

花王运用动作捕捉技术揭示幼儿行走能力发展的内在机制

花王株式会社（社长・泽田道隆）个人护理研究所与卫生研究所在较以往大幅增加研究样本数量的基础上，运用动作捕捉技术，对涵盖多个月龄段的 97 名幼儿进行了步行计量和三维立体成像行走数据的分析。由此获取的随着幼儿行走能力发展而不断变化的数据，揭示了婴儿从行走初期骨盆前倾程度大、双脚岔开（髋关节打开）且步履蹒跚的阶段，进步到骨盆前倾程度小、双脚合拢（髋关节内合）稳步行走的发育过程中，各个关节的动作发生变化的时机（图 1）。

作为幼儿行走能力发展研究的重要研究成果，行走动作的数据化在今后具有很高的实用价值，而对于行走状态变化较大的 3 岁前的幼儿而言，这些数据也证实了每天穿着的纸尿裤会对其行走产生影响。

该研究成果已在日本婴儿学会第 20 次学术集会（于 2020 年 9 月 19~20 日在线召开）上发表。

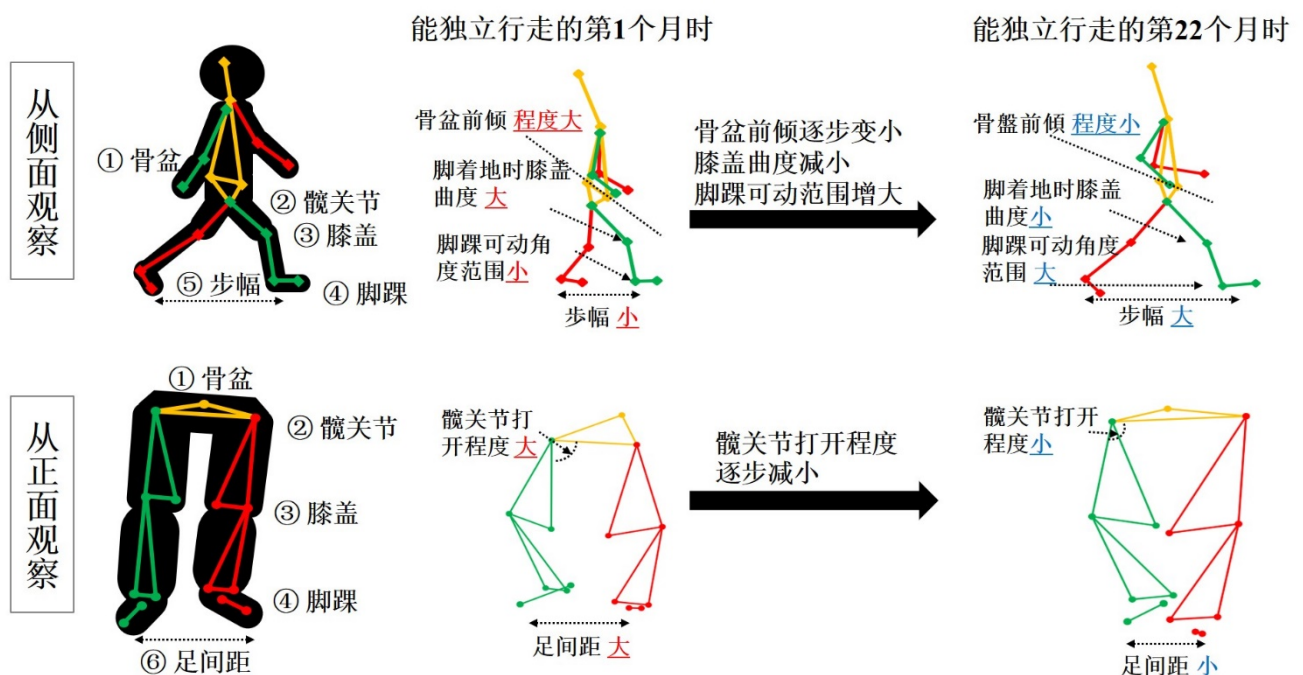


图 1 开始学步后，幼儿的行走方式随月数增加而变化

■ 背景

作为婴儿用纸尿裤开发的基础研究，花王长期以来致力于旨在为婴幼儿提供舒适生活的各类研究。其中之一即作为监测幼儿正常发育的重要指标的步行研究。2011 年一项针对幼儿日常生活的运动量客观指标、亦即行走步数的调查显示，幼儿的步行量超乎家长的想象^{*1}。而 2020 年日本政府为防止新冠疫情扩大而宣布实施紧急事态宣言后，针对幼儿进行的步数调查也证实了相较于成人，幼儿的活动量受到了更大的影响^{*2}。

本次调查着眼于步行的质量，运用动作捕捉技术，不只局限于步幅等一般性步行计量指标，而是结合包括骨盆和关节角度等在内的动作分析，使下半身的动作如图 1 所示那样模型化，从而阐明幼儿行走能力发展的内在机制，并据此进一步探讨穿着纸尿裤对幼儿的行走产生的影响。

该研究在十条儿童诊疗所岩崎博之医师、顺天堂大学运动健康科学研究院内藤久士教授和上海体育学院陆大江教授的指导和协力下完成。

※1 杉浦弘子、木下博子、藤本保著《小儿在四季中的步数的调查》小儿保健研究（2012）第 71 卷第 2 号，242-249

※2 2020 年 9 月 2 日新闻通稿：《从日常步数调查结果看日本“紧急事态宣言”发布后幼儿的活动状况》

<https://www.kao.com/jp/corporate/news/rd/2020/20200902-001/>

■ 测量方法

运用动作捕捉技术进行步行的计量（图 2）。具体而言，在幼儿身体上配置红外线反射标志，通过红外线相机获取位置信息，将行走状态转换为数码数据。



图 2 运用动作捕捉技术进行步行计量

■ 研究成果

(1) 揭示幼儿行走能力发展的内在机制

- 观察对象：97 名月龄在 13-37 个月之间、可以独立行走的幼儿
- 条件：穿着日常常用的纸尿裤（未排尿的干净状态）独立行走
- 计量指标：①骨盆的倾斜状况；②髋关节的打开程度；③膝盖曲度；④脚踝可动角度范围；⑤步幅；⑥足间距（左右脚之间的横向间隔）；⑦身体重心摇摆状况。
- 结果：根据能够行走的月数（能独立行走起开始计算的月数），将观察对象以每 6 个月为一个阶段分成 4 组进行分析。从起初不稳定的行走到能够稳步行走的发展过程中，对上述①~⑦的各项指标在何时发生何种变化进行分析后确认，各项指标并非同时发生变化，而下肢关节的角度变化，是自骨盆和髋关节起，经膝关节，最后到脚踝，亦即从近身体中心向远端依次发生的（图 3）。

能独立行走的月数		1~6个月	7~12个月	13~18个月	19~26个月
①	骨盆前倾程度	大	小		
②	髋关节打开程度	大	小		
③	膝盖曲度	大		小	
④	脚踝可动角度范围	小			大
⑤	步幅	小	大		
⑥	足间距	大	小		
⑦	身体重心摇摆状况	显著			不显著

图 3 独立行走之初 1-6 个月时期的行走特点和第七个月之后的变化

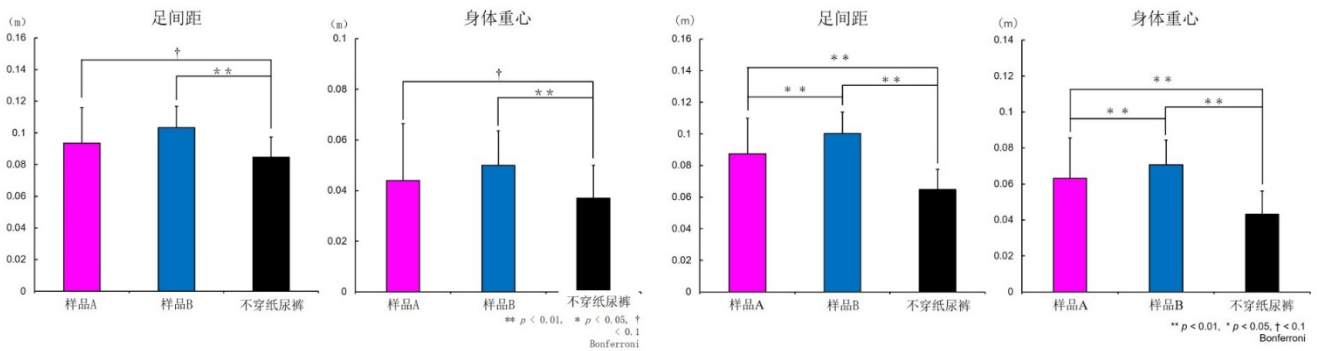
通过指标①~⑦掌握第 1~6 个月的行走特点，以此为参照显示其后各个阶段发生怎样的变化。可知各指标变化发生的时期各不相同，行走能力依此逐步发展。

(2) 确认纸尿裤对行走产生的影响

- 观察对象：日本和中国的能够独立行走的幼儿
日本：13 名年龄在 12~25 个月之间的幼儿；中国：26 名年龄在 18~20 个月之间的幼儿
- 条件：分别穿 2 种构造不同的纸尿裤（样品 A、样品 B）时和不穿纸尿裤时的 3 种情况。因预设为排尿状态下情况，故所穿纸尿裤已吸收了 160 克生理盐水。
- 计量指标：足间距（左右脚之间的横向间隔）、身体重心摇摆状况
- 结果：

通过对日本的年龄在 12-25 个月之间的幼儿的实验，观察到穿着纸尿裤和不穿纸尿裤时足间距和身体重心摇摆的差异（图 4 左），证实了纸尿裤对幼儿行走有影响。

而在中国进行的针对月龄在 18~20 个月之间的幼儿的证明实验中，发现穿着不同纸尿裤（样品 A、样品 B）时的行走状况存在差异（图 4 右），可见样品 A 由于具有裆部吸收水分后不会下坠变形的构造，故而对行走的影响较小。根据前述“揭示幼儿行走能力发展的内在机制”中指出的不同行走月数具有不同行走特点，将实验对象的月龄加以特定，以减少行走能力不同产生的偏差，就凸现出了纸尿裤对行走的影响。这也提示了今后更应根据月龄不同来分别进行相关验证的必要性。



日本的证明实验：幼儿月龄在 12~25 个月之间

中国的证明实验：幼儿月龄在 18~20 个月之间

图 4 足间距与身体摇摆状况

■ 今后展望

此次研究运用动作捕捉技术对幼儿的行走进行分析，明确了发育过程中下肢各关节的一些动作在何时发生变化。这一成果作为揭示幼儿行走能力发展的内在机制的一项重要数据，重点关注了“关节”这一行走动作的要素，是今后对幼儿步行进行更详细的研究所迈出的重要一步。

不断深化的步行研究，不仅将对幼儿健康成长提供支持，还有望付诸应用，为所有活泼的幼儿提供适合其各成长阶段的优质产品和服务。

（完）