

育児支援のための電動ベビーベッドの開発：揺動刺激が児におよぼす鎮静効果

藤, 智亮
九州大学大学院芸術工学研究院

<https://hdl.handle.net/2324/2547371>

出版情報 : Journal of Japan Society for Design Engineering. 49 (9), pp.492-497, 2014-09. 日本設計工学会
バージョン :
権利関係 :



育児支援のための電動ベビーベッドの開発*

(揺動刺激が児におよぼす鎮静効果)

Development of the Electric Swinging Crib for Childcare (Infant Calming Responses to Swinging Stimuli)

藤 智亮**

(Tomoaki FUJI)

A scientific understanding of infant calming responses could help parents who worry about crying infants. In the present study, infants calming responses to mechanical swinging stimuli are assessed with behavioral indices. To achieve the aim of this study, the author selected 6 healthy infants aged 75-179 days (the mean/average = 126.7 days, standard deviation = 49.7 days). In the experiment, the 6 subjects were exposed to a simple harmonic motion (SHM) as stimuli. Experiments conducted under different conditions, including two cases of swinging direction and three cases of swinging amplitude. The author recorded the period of time that infants felt comfortable in each condition. The results of the experiments detected that the swing with 60 mm amplitude and 0.70 m/s² acceleration made infants feel comfortable and calmed them down independently in swinging direction. The swing rhythm was 65.2 in one minute. This result corresponds with the mother's heart rate rhythm at rest and is comfortable rhythm for infants.

Key Words : childcare, crying infant, calming responses, swinging crib, swing rhythm

1. 緒言

近年においては、乳児をもつ母親の約半数が、育児に対して負担感や困難感などの否定的感情をもつ¹⁾。とくに児の泣きはストレス要因となり^{2),3)}、母親を育児ノイローゼに追い込むこともある⁴⁻⁶⁾。したがって、育児をおこなう母親に対して各方面からサポートをおこなうことが必要である。サポートの種類はいくつかに分類されるが、それらの中でもっとも効果的なサポートは社会的・人的サポートである^{1),7)}。しかしながら、核家族では頼れる親が家におらず、隣人との繋がりも薄い社会においては、育児用品による物的サポートに頼ることも必要である^{8),9)}。

母親は、児がぐずれば児を抱っこして揺らしてなだめる。この行為は育児には不可欠であり親子双方にとって重要¹⁰⁾であるが、毎日頻繁におこなう必要があることから、どうしても母親にとって肉体的・精神的負担となる^{11),12)}。

このような母親の負担を軽減するために有用な育

児用品の一つに、児に機械的に揺動刺激を与える揺りかごがある。揺りかごの効果について、江守ら^{13),14)}は、保育者が抱いて揺らす刺激と、揺りかごによる機械的な揺動刺激とを比較する実験において、両者ともに児の啼泣を停止させることを明らかにした。しかしながら、揺りかごによる揺動刺激は、保育者による揺動刺激より効果が薄かった。このことから、機械的な揺動刺激には、改善の余地があると考えられる。

よって本研究では、児にさまざまな機械的な揺動刺激を与え、それらが児におよぼす鎮静効果を検証する。

2. 実験

2.1 実験装置の仕様検討

まず、実験において児にどのような揺動刺激を与えれば良いかを見当づけるために、保育者が実際に児を抱いて揺らす動作をビデオ撮影して分析した。

実験には、保育者 5 名 (32 歳男性, 39 歳女性, 32 歳女性, 64 歳女性, 86 歳男性)、児 2 名 (月齢 1 ヶ月, 月齢 8 ヶ月) が参加した。

図 1 に、実験で撮影したビデオ映像の一例を示す。保育者は児を仰臥位にして抱き、体重を左右の足に交互にかけて重心を移動させることによって児を揺

* 原稿受付 2014年2月26日

** 正会員, 九州大学大学院芸術工学研究院
(〒815-8540 福岡市南区塩原4-9-1)

らすことが多かった。揺動方向は、児の頭頂と足底とを結ぶ身長方向が支配的であったが、保育者の回旋運動に伴う若干の円弧運動も観察された。揺動運動の振幅は、ビデオ映像から推定した結果、25～150 mm 程度であることがわかった。また、揺動周期は 1.16～3.20 s であった。

以上の結果を参考にして、実験装置の仕様を表 1 のように定めた。児を寝かすベッド床板の寸法は、月齢 11～12 ヶ月の男子乳児の身長 97 パーセントイル値が 78.9 cm である¹⁵⁾ことを参考にして、900 × 900 mm とした。運動形態は、単振動で十分であると判断した。振幅は、実験で観察された最大値である 150 mm とすることが望まれるが、市販の電動ベビーチェアの揺動振幅が約 30 mm であることやモータの容量を考慮して、最大 100 mm とした。揺動周期はビデオ分析結果および市販品の実測値である 0.8 s を参考にして 0.6 s を実現することにした。運動方向は、仰臥位で寝かした児の水平上下方向（児の頭頂と足底とを結ぶ身長方向）のみで十分であると思われたが、実験的に、鉛直方向（児の顔が向いている方向と背部が向いている方向とを結ぶ方向）を加えることにした。

2.2 実験装置の設計・製作

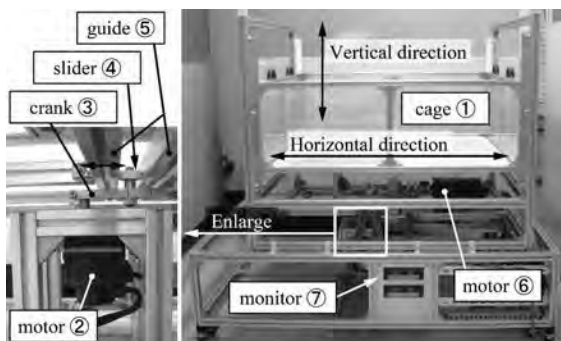
図 2(a),(b)に、設計・製作した実験装置の外観および構造図を示す。児を寝かすケージ①は、木製の床板とアルミ製の枠および透明アクリル材で製作した。このケージ①を、2 台のモータ②⑥で、それぞれ水平方向および鉛直方向に単振動運動させる。単振動運動を与える方法は、カム機構、クランク・レバー機構、スライダ・クランク機構、モータによる直接制御など種々検討の結果、ダブルスライダ・クランク機構を用いることにした。モータ②の出力軸に取り付けられたクランク③が回転すると、スライダ④は 2 本の平行に配置されたガイド⑤の間を往復直線運動する。このときガイド⑤はスライダ④に押されて、図中に左右両矢印で示した水平左右方向に往復直線運動する。ガイド⑤とケージ①は一体であるので、ケージ①はガイド⑤とともに往復直線運動する。なお、2 本のガイド⑤の長手方向と運動方向は、同一水平面内で直角となるように設計しているので、モータ②を定速で回転させれば、ケージ①は水平面内で単振動運動する。図中、児は頭を左向けにして寝かせれば水平上下方向に揺動される。一方の鉛直方向への揺動については、モータ⑥により上記と同様の機構を用いて実現した。



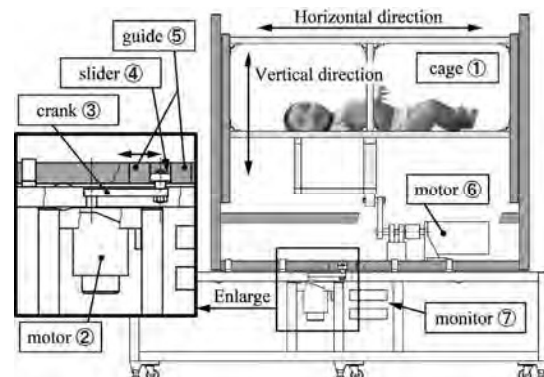
Fig.1 An image of a real mother swinging her baby

Table 1 Specifications of the experimental apparatus

cage inside dimension	900 × 900 mm
motion	simple harmonic
amplitude	100 mm (max.)
period	0.6 s (min.)
direction of the motion	horizontal and vertical



(a) The experimental apparatus image



(b) The experimental apparatus drawing

Fig.2 The experimental apparatus

各々のモータの回転速度は、リモコンを使って 0 ~ 100 rpm の範囲で任意に設定可能とし、仕様（周期 0.6 s 以上）を満足した。なおモータ運転中の回転速度は、常にモニター⑦に表示され、確認できるようにした。また、揺動振幅については、スライダ④のクランク③への取り付け位置を変更することによって、30 ~ 100 mm の範囲で任意に設定可能とした。

2.3 被験者

健康な児と母親のペア 6 組が実験に参加した。実験時の児の日齢は 75 ~ 179 日で、平均 126.7 日 ± 49.7 日（平均 ± 標準偏差）であった。実験に参加したすべての児の母親にはあらかじめ実験内容を説明し、書面により実験への参加の同意を得た。

なお、本研究は九州大学大学院芸術工学研究院において、実験倫理委員会の承認を得ておこなった（承認番号 8）。

2.4 実験方法

実験条件は、揺動方向「水平」（仰臥位で寝かした児の頭頂と足底とを結ぶ身長方向）、「鉛直」（仰臥位で寝かした児の顔が向いている方向と背部が向いている方向とを結ぶ方向）の 2 条件、揺動振幅「30 mm」、「60 mm」、「90 mm」の 3 条件の合計 $2 \times 3 = 6$ 条件とした。

実験は、九州大学大橋キャンパスの藤教員室で、6 条件を同一日にランダム順におこなった。

実験者（著者）は、まず実験装置を、6 つの実験条件のうち 1 番目におこなう条件で揺動するように設定した。その後、児がぐずり始めるまで待機し、児がぐずり始めたら、その原因が空腹やおむつのぬれ等の生理的な不快でないことを確認したうえで、実験装置に児を仰臥位で寝かして実験を開始した。

児に揺動運動を与えるための実験装置のリモコンは、児の母親に操作してもらった。実験者は、児の母親に、児の様子をよく観察しながらリモコンを操作し、さまざまな周期の揺動運動を児に与えるよう指示した。揺動運動を与えられた児を観察して感じた内容は、逐次口頭で伝えてもらった。とくに、児がもっとも心地良く感じていると考えられる揺動周期については、実験者と児の母親の両方で児を良く観察しながら意見をまとめて、その値（モータの回転速度）を記録した。児が心地良く感じているか否かについては、児の泣き声と表情から判断した。つまり、泣きぐずる児が鎮静し穏やかな表情になったとき、児はそのときの揺れを心地良いと感じていると判断した。

1 条件目の実験終了後、約 5 分間の休憩時間を設けた。実験者はこの休憩時間中に、実験装置を 2 番目におこなう条件で揺動するように設定した。以下、1 条件目の実験と同様にして 2 ~ 6 条件目の実験をおこなった。6 条件すべての実験に要した時間は、被験者一人につき約 3 時間であった。

3. 実験結果および考察

3.1 統計的解析

統計解析には、統計ソフト R version 3.0.2 を用いた。統計的有意差の判定については、有意水準が 5% 未満の場合（ $p < 0.05$ ）を有意であるとした。

児が心地よく感じる揺動運動については、揺動周期と揺動加速度に関し、揺動方向と揺動振幅を要因とする対応のある二元配置反復測定分散分析による検証をおこなった。分散分析において、交互作用効果が有意であれば、単純主効果の検定をおこなった。さらに単純主効果が有意であれば、多重比較法に Holm 法を用いて各条件間の比較をおこなった。

3.2 児が心地よく感じる揺動周期

図 3 に、児がもっとも心地よく感じる揺動周期 T [s] を、条件毎に全被験児の平均値と標準偏差で示す。

揺動方向と揺動振幅を要因とする対応のある分散分析をおこない各条件の揺動周期を比較した結果、揺動振幅の主効果が有意（ $F(2,10) = 21.95, p = 0.0002$ ）であった。また、揺動方向と揺動振幅の交互作用効果が有意（ $F(2,10) = 10.11, p = 0.0040$ ）であった。

単純主効果の検定の結果、揺動方向が水平の場合は、揺動振幅 90 mm は 30 mm と比較して、児が心地よく感じる揺動周期は有意（ $t(5) = 3.955, p = 0.032$ ）に長かった。一方、揺動方向が鉛直の場合は、揺動振幅 90 mm は 30 mm（ $t(5) = 6.103, p =$

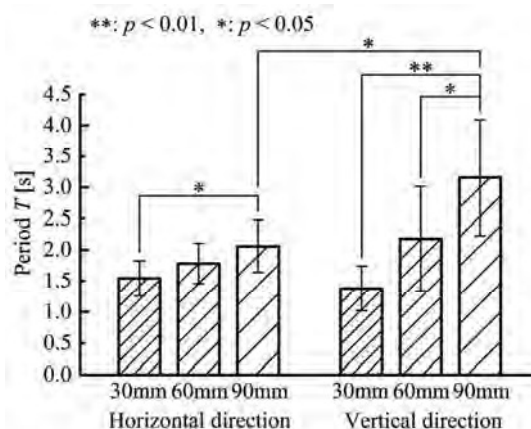


Fig.3 Comfortable period of time for infants

0.0051) および 60 mm ($t(5) = 4.030, p = 0.020$) と比較して有意に揺動周期が長かった. また, 揺動振幅が 90 mm の場合において, 揺動方向鉛直の周期は揺動方向水平の周期に対して有意 ($F(1,5) = 7.443, p = 0.041$) に長かった.

3.3 児が心地よく感じる揺動加速度

図4に, 児がもっとも心地よく感じる揺動加速度 α [m/s²] を, 条件毎に全被験児の平均値と標準偏差で示す. ここにおける揺動加速度とは, 実験で得られた児がもっとも心地よく感じる周期 T [s] (図3) で単振動運動したときの最大の加速度であり, 揺動振幅を A として,

$$\alpha = A \cdot \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \quad (1)$$

で計算した.

揺動方向と揺動振幅を要因とする対応のある分散分析をおこない各条件の揺動速度を比較した結果, 揺動方向および揺動振幅の主効果に有意差はなかったが, 揺動方向と揺動振幅の交互作用効果が有意 ($F(2,10) = 6.986, p = 0.013$) であった.

単純主効果の検定の結果, 揺動方向については, 水平および鉛直の何れの条件においても, 振幅条件間に有意差はなかった. 一方, 揺動振幅については, 振幅が 90 mm の場合において, 揺動方向鉛直の加速度は揺動方向水平の加速度に対して有意 ($F(1,5) = 13.26, p = 0.015$) に小さかった.

3.4 考察

母親が児を抱いて移動するとき児は反射的に泣き止みリラックスするが, その理由について Esposito¹⁶⁾は, 母親の移動を助けるためであると考察している. 自然界で母親が児を抱いて急いで敵から避難するとき, 児は鎮静することによって母親の移動を助け, 自らの生存する可能性を高めているのである. 本研究では, 各実験条件において, 児は機械的な

揺れを心地良く感じて鎮静したが, その理由は, 上記に述べたような児が本来もつ本能によるものであると考えられる. ただし, その効果の程度は揺れの性質によると考えられるため, 物理的にどのような揺れが児をもっとも心地良くさせるのかについて明らかにすることが望まれる.

児が, 揺れによって感じるのは前庭感覚であり, その受容器は前庭器官 (半規管と耳石器) である. 前庭器官は内部に有毛細胞 (感覚毛) をもち, これが加速時に慣性によって動くことによって, 児は揺れを感じる^{17),18)}. したがって, 揺らされた児が感じる揺れに関する物理量は, 周期や速度ではなく加速度であると考えられる.

そこで以下, 加速度に着目して実験結果を考察する. 図3に示したように, 児が心地良く感じる周期は揺動振幅が小さいほど短かった. その理由は, 児を心地良くさせるためには児に一定量の加速度を与える必要があると考えれば説明できる. すなわち, 児は揺動振幅が小さいときは短い周期の運動で一定の加速度を感じて鎮静し, 揺動振幅が大きいときは長い周期の運動で同等の加速度を感じて鎮静したと考えられる. 今回の実験では, 水平と垂直それぞれの揺動方向において ${}_3C_2 = 3$ 通りの揺動振幅の組み合わせすべてで有意差があるとはいえなかったが, 児が心地良く感じる揺動周期は, 揺動振幅が大きいほど長いと推察できる.

図4は, いま着目している加速度について結果をまとめたものである. 児が心地良く感じる加速度の大きさは, 水平と垂直それぞれの揺動方向において ${}_3C_2 = 3$ 通りすべての揺動振幅の組み合わせで有意差がなかった. このことから, 児が心地良く感じる加速度の大きさは, 実験条件に係わらず同じ大きさであった可能性があると考えられる. その大きさは, 6条件すべての平均値から 0.69 m/s^2 程度であると推測できる.

ここで, 児が心地良く感じる加速度について, 信頼区間を用いてさらに考察する. 図5は, 実験をお

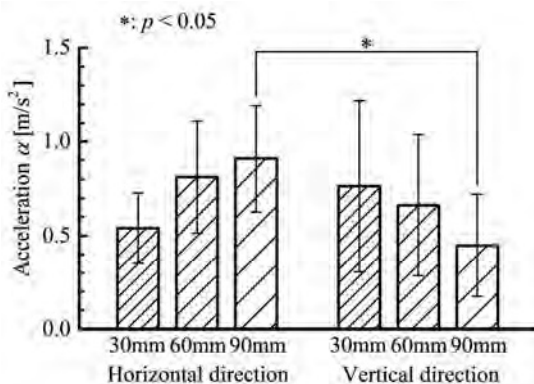


Fig.4 Comfortable acceleration for infants

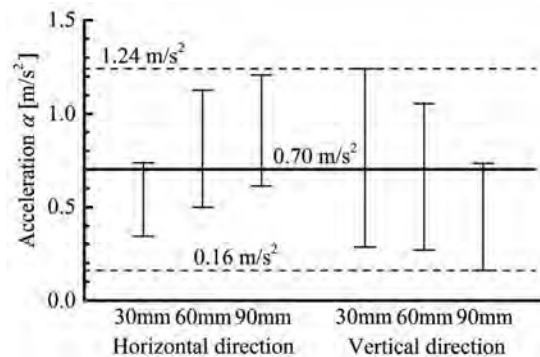


Fig.5 A confidence interval

こなつた 6 条件について、児が心地良く感じる加速度の大きさの 95% 信頼区間を示したものである。図に示したように、各条件の信頼区間の下限値の最小値は 0.16 m/s^2 、上限値の最大値は 1.24 m/s^2 であった。このことから、児が心地良く感じる加速度の大きさの母平均は、実験条件に係わらず $0.16 \sim 1.24 \text{ m/s}^2$ の範囲内に含まれているといえる。この信頼区間の最小値と最大値の中央値は 0.70 m/s^2 であるので、児が心地良く感じる加速度の大きさは、 0.70 m/s^2 程度であると推測できる。

以上、児が心地良く感じる加速度の大きさは、図4に示した 6 条件すべての平均値から 0.69 m/s^2 、図5による信頼区間からの考察から 0.70 m/s^2 程度であると推測された。これら二つの数値を平均して丸めた値を用いて結果をまとめると、本研究において、児が心地良く感じる揺れは、実験条件に係わらず、児に $\alpha_s = 0.70 \text{ m/s}^2$ 程度の加速度を与える周期的な揺れであると推察できる。

江守ら^{13),14)}の実験と本実験とでもっとも異なる点は、前者が一種類の加速度の大きさ 1.0 m/s^2 で児の鎮静効果を検証したのに対して、後者は加速度を任意に変えながら児がもっとも心地良く感じる揺れを調べた点である。前者の実験によれば、啼泣する児に加速度 1.0 m/s^2 を与えれば児は鎮静化した。しかし、まどろみの状態にある児にとっては加速度 1.0 m/s^2 は刺激が強すぎ、心地良い揺れではなかった。これに対して後者の本実験では、ぐずる児が穏やかな表情になったときの揺れを児が心地良く感じる揺れとし、そのときの加速度の大きさは 0.70 m/s^2 であることを示した。よって、児に揺動刺激を与える場合は、児が啼泣しているときは児に加速度 1.0 m/s^2 程度を与えて揺らし、泣きが収まったら加速度の大きさを 0.70 m/s^2 程度に減少させて揺らせば良いと考えられる。従来の実験¹³⁾では、機械的な揺動刺激は保育者による揺動刺激より児の鎮静効果が薄かったが、上記のように児に与える加速度を児の状態に応じて変化させることにより、機械的な揺動刺激でも保育者が抱いて揺らす刺激と同等に児を鎮静させられる可能性がある。

さて、実験者は 6 条件の実験すべてが終了した後に、児の母親に、揺動方向と揺動振幅のそれぞれについて、児がもっとも心地良さそうであったと感じたのはどの条件であったかについて質問した。その結果、揺動方向については 6 名中 3 名が水平方向を、残りの 3 名が鉛直方向の方が心地良さそうであったと答え、意見が分かれた。揺動振幅については、全員が、 90 mm は大きすぎ、 30 mm は小さすぎると答え、 60 mm が最適であると答えた。

そこで試みに、児を心地良くさせると予想された加速度 $\alpha_s = 0.70 \text{ m/s}^2$ と、実験に参加した母親の主観で最適であるとされた振幅 $A_s = 60 \text{ mm}$ から、児が心地良く感じる周期 T_s を、式(1)を用いて計算すると、 $T_s = 2\pi\sqrt{A_s/\alpha_s} = 1.84 \text{ s}$ となった。これを、児が感じる揺れのリズム、つまり 1 分間に揺れの方向を変える回数で表せば $60 \text{ s} / (1.84 \text{ s} / 2) = 65.2$ となる。興味深いことに、この数値は、児にとって心地良いとされる母体の心拍数^{19),20)} (20 代の女性: $69 \pm 11 \text{ bpm}$ (平均±標準偏差)、30 代の女性: $70 \pm 11 \text{ bpm}$ (平均±標準偏差)) とほぼ一致した。

今後、さらに多くの被験者のデータを得ることにより、図5に示した信頼区間の最小値 0.16 m/s^2 と最大値 1.24 m/s^2 の差が小さくなり、児が心地良く感じる揺れ(加速度の大きさ)の推定精度が上がると思われる。また、児の心電図などの生理データを得ることにより、より科学的に児が心地良く感じる揺れを明らかにできると考えられる。さらには、母親の心電図を得れば、揺れと児の反応と母体心拍数との関係(相関)などが明らかとなる。

4. 結 言

機械的な揺動刺激が児におよぼす鎮静効果を検証した。以下に、その要旨をまとめる。

- (1) 保育者が実際に児を抱いて揺らす動作を参考にして仕様を決定し、児に揺動刺激を与えるための実験装置を設計・製作した。
- (2) 揺動方向 2 条件(水平方向、鉛直方向)、揺動振幅 3 条件(30 mm 、 60 mm 、 90 mm)の合計 $2 \times 3 = 6$ 条件のそれぞれにおいて、児がもっとも心地良く感じる揺れの周期を実験的に明らかにした。
- (3) 児が心地よく感じる揺れは、実験条件に係わらず、児に $\alpha_s = 0.70 \text{ m/s}^2$ 程度の加速度を与える周期的な揺れであると推測された。
- (4) 児を心地よくさせるために最適な揺動振幅 A_s は、実験に参加した母親の主観では、 60 mm であった。
- (5) 児を心地良くさせると予想された、振幅 $A_s = 60 \text{ mm}$ で最大加速度 $\alpha_s = 0.70 \text{ m/s}^2$ を発生させる単振動運動の揺れのリズムを計算すると、1 分間に 65.2 のリズムであった。この数値は、児にとって心地良いとされる母体の心拍数とほぼ一致した。

本研究で示された、児が心地良く感じる加速度 $\alpha_s = 0.70 \text{ m/s}^2$ 、揺動振幅 $A_s = 60 \text{ mm}$ 、揺動周期 $T_s = 1.84 \text{ s}$ さらには 1 分間に 65.2 のリズムといっ

た具体的数値は、新製品（例えば、育児支援のための電動揺動型ベビーベッド）の開発設計に欠かせない基礎データとなる。

著者らは過去に、歩行機能のリハビリ支援・維持装置を開発した^{21),22)}。その経験を生かし、今後、本研究においても、本報で明らかにした児の鎮静反応に関する知見を、新製品の創出に生かしていきたい。

謝 辞

本研究は JSPS 科研費 20650116, 25560007 の助成および株式会社谷川建設の支援を受けて実施した。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 上田 公代：乳児を持つ母親の育児に対する否定的感情と子育て支援に関する研究，熊本大学医学部保健学科紀要，3, (2007), 25-35.
- 2) 神谷 哲司：育児期における親の乳児の泣き声に対する認知と育児ストレスとの関連，日本教育心理学会総会発表論文集，40 (1998), 27.
- 3) 高橋 有里，桐田 隆博：乳児の泣き声が育児中の母親に及ぼす心理生理的影響：育児ストレスとの関連性（一般セッション(1), 「手」, 「感性情報処理」及びヒューマン情報処理一般），電子情報通信学会技術研究報告. HIP, ヒューマン情報処理，106, 410 (2006), 69-74.
- 4) 陳 省仁：新生児・乳児の「なき」について - 初期の母子相互交渉及び情動発達における泣きの意味，北海道大學教育學部紀要，48, (1986), 187-206.
- 5) 岡本 美和子，松岡 恵，時本 久美子：出産後3～4カ月の子どもの持続する泣きに起因する初産婦の情緒的動揺と関連要因の構造分析，子どもの虐待とネグレクト，12, 1 (2010), 108-118.
- 6) 藤野 裕子：産後1ヵ月間でうつ傾向を呈した母親の育児体験の質的研究，母性衛生，53, 2 (2012), 259-267.
- 7) 永田 真理子，仲道 由紀，野口 ゆかり，平田 伸子：産後1ヵ月時・4ヵ月時の母親の育児生活肯定的感情に影響する要因，母性衛生，53, 2 (2012), 329-336.
- 8) 今村 栄一：育児用品を考える：1.生活用具，小児保健研究，46, 1 (1987), 3-7.
- 9) 大塚 みゆき，高野 政子，山下 早苗，中原 基子：4ヵ月児を持つ母親の母子保健サービスの利用実態とサービスに対するニーズ，日本看護学会論文集：小児看護，37, (2007), 119-121.
- 10) 飯塚 有紀：乳児の「抱っこ」に関する心理学的研究の展望と今後の課題，人間文化創成科学論叢，12, (2009), 183-190.
- 11) 子安 恵子：産後1ヵ月の褥婦における本態性肩こりの実態調査，兵庫県母性衛生学会雑誌，21 (2012), 60-63.
- 12) 高橋 はるか：産後1ヵ月健診時の母親における"抱っこ"の実態，愛知母性衛生学会誌，27 (2009), 63-71.
- 13) 江守 陽子，青木 和夫，吉田 義之：揺りかごによる振動刺激が新生児に及ぼす影響，人間工学，31, 6 (1995), 369-377.
- 14) 江守 陽子，青木 和夫：保育行動としての刺激と児の反応との関係 - 抱いて揺する刺激についての分析 -，日本看護研究学会雑誌，21, 2 (1998), 19-27.
- 15) 平成12年 乳幼児身体発育調査報告書，厚生労働省雇用均等・児童家庭局，(2001),
- 16) Gianluca, E., Sachine, Y., Ryuko, O., Yousuke, T., Maria, C.R., Susumu, Y., Shota, O., Kazusaku, K., Mikio, H., Masaki, S., Paola, V., Takefumi, K., Tadafumi, K. and Kumi, O.K. : Infant Calming Responses during Maternal Carrying in Humans and Mice, Current Biology, 23, 9 (2013), 739-745.
- 17) 古屋 信彦：めまい平衡医学に必要な解剖と生理，第28回 日本めまい平衡医学会医師講習会，(2011), 6-9.
- 18) 日本感覚統合障害研究会・編：感覚統合研究 第4集，協同医書出版社 (1987), 1-7.
- 19) 小泉 英明，安藤 寿康，安梅 勳江，多賀 巖太郎：乳幼児のための脳科学，かもがわ出版 (2010), 6-7.
- 20) Jay, W.M., Douglas, J.R., Dennis, O.C., Thomas, E.M., Daniel, B.G. and Boaz, M. : Electrocardiographic reference ranges derived from 79,743 ambulatory subjects, Journal of Electrocardiology, 40, 3 (2007), 228-234.e8.
- 21) 川北 和明，藤 智亮，竹之内 和樹：歩行機能のリハビリ支援・維持装置の開発（第1報 設計仕様および機構と作動確認シミュレーション），設計工学，38, 1 (2003), 33-40.
- 22) 吉田 晴行，藤 智亮，川北 和明：歩行機能のリハビリ支援・維持装置の開発（第2報 装置の構造・安全調節機構と試行実験），設計工学，41, 10 (2006), 519-525.