

---

# フォークリフト運転座席の改善による運転手の腰痛予防効果に関する実地実験疫学的研究

---

課題番号 17390171

平成 17 年度～平成 18 年度 科学研究費補助金  
(基盤研究(B)) 研究成果報告書

2007 年 6 月

研究代表者 西山 勝夫  
滋賀医科大学医学部教授

---

# フォークリフト運転座席の改善による運転手の 腰痛予防効果に関する実地実験疫学的研究

---

課題番号 17390171

平成 17 年度～平成 18 年度 科学研究費補助金  
(基盤研究(B)) 研究成果報告書

滋賀医科大学附属図書館



2006014491

2007 年 6 月

研究代表者 西山 勝夫  
滋賀医科大学医学部教授

# 目次

I. 研究概要 .....	1
II. 研究報告 .....	7
フォークリフト運転座席の改善による運転手の腰痛予防効果に関する実地実験疫学的研究 概要 .....	8
1. 背景 .....	9
2. 磁気サス 3D ネット座席による全身振動値の低減を試験走行路運転で確認する研究	13
3. 磁気サス 3D ネット座席による全身振動値の低減を実地作業で確認する研究 .....	15
4. 既存座席および磁気サス 3D ネット座席の場合のフォークリフト運転手の疲労自覚症状 に関する研究 .....	17
5. フォークリフト運転手による磁気サス 3D ネット座席の人間工学的評価に関する研究 .....	20
6. フォークリフト運転手が曝露される全身振動の測定システムの開発に関する研 究 .....	23
7. 考察 .....	25
8. 結果 .....	25
別紙 .....	26
文献 .....	30
III. 発表論文等 .....	35

# I . 研究概要

## はしがき

我々は、1990 年代前半に港湾で働くフォークリフト運転手から、腰痛対策のための全身振動軽減に関する調査研究の要請を受けた。以来、本研究は、質問紙調査、全身振動測定などにより、全身振動と腰痛の関連に関する研究を行なうとともに、腰痛対策の一環として、全身振動を大幅に軽減できる運転座席の開発を追求してきた。

その過程で既成の座席に常用されているウレタン類とは全く異なる新素材である三次元織物、磁気バネ式サスペンションユニットを用いた運転座席が開発された。我々は、この運転座席に着目し、その全身振動低減の程度および運転手に多発する腰痛を制圧する効果を明らかにすることを目的とした研究が必要であると考えた。このような研究について、我々は幸いに、平成 17 年度～平成 18 年度 科学研究費補助金（基盤研究（B））の助成を受けることができたので「フォークリフト運転座席の改善による運転手の腰痛予防効果に関する実地実験疫学的研究」と題する研究を我々は実施した。

本書はこれらの研究成果をまとめたものである。

- 1 研究種目： 科学研究費補助金（基盤研究（B））
- 2 研究目的： フォークリフト運転座席の改善による運転手の腰痛予防効果に関する実地実験疫学的研究
- 3 課題番号： 17390171
- 4 研究期間： 平成 17 年度～平成 18 年度
- 5 研究組織

研究代表者：	西山 勝夫	（滋賀医科大学・医学部・教授）
研究分担者：	埤田 和史	（滋賀医科大学・医学部・助教授）
	辻村 裕次	（滋賀医科大学・医学部・助手）
	福田 隆文	（長岡技術科学大学・技術経営研究科・助教授）
研究協力者：	北原 照代	（滋賀医科大学・医学部・助手）
	金岡 智博	（滋賀医科大学・大学院医学研究科・大学院生）
	浅井 愛	（滋賀医科大学・医学部・医学科・学生）
	岩佐 磨佐紀	（滋賀医科大学・医学部・医学科・学生）
	緒方 愛衣	（滋賀医科大学・医学部・医学科・学生）
	玄 茉梨	（滋賀医科大学・医学部・医学科・学生）
	佐藤 克彦	（滋賀医科大学・医学部・医学科・学生）
	水野 文	（滋賀医科大学・医学部・医学科・学生）
	渡辺 慶明	（滋賀医科大・学医学部・医学科・学生）
	藤田 悦則	（株式会社デルタツーリング）
	作山 寛	（株式会社デルタツーリング）
	小島 重行	（株式会社デルタツーリング）
	小倉 由美	（株式会社デルタツーリング）
	林 繁行	（全日本港湾労働組合関西地方本部）
	中山 寛治郎	（全日本港湾労働組合関西地方本部）
	杉浦 勝次	（全日本港湾労働組合関西地方本部）
	足利 正明	（全日本港湾労働組合関西地方本部）

## 7 交付決定額（配分額）

	直接経費	間接経費	合 計
平成 17 年度	9,700,000	0	9,700,000
平成 18 年度	3,500,000	0	3,500,000
総計	13,200,000	0	13,200,000

## 8-1 学会誌等

西山勝夫（2005）全身振動の生体影響研究の進歩と許容基準改訂の課題 労働科学 81：72-84.

辻村裕次、埤田和史、西山勝夫（2005）全身振動低減のための港湾フォークリフトの評価、産業衛生学雑誌 47：55-66.

西山勝夫、辻村裕次、埤田和史（2005）フォークリフトの人間工学的要因とオペレータの健康との関連について、平成 17 年度人間工学会関西支部大会講演論文集、滋賀、12 月 3 日：157-160.

西山勝夫、辻村裕次、埤田和史（2006）フォークリフト運転手のリスクファクターに関する質問紙調査結果、産業衛生学雑誌 48：37.

辻村裕次、埤田和史、西山勝夫（2006）港湾フォークリフトの作業・走行別全身振動、産業衛生学雑誌 48：37.

辻村裕次、埤田和史、西山勝夫（2006）港湾におけるフォークリフト運転手の全身振動暴露—日本の曝露実態と EN 13059 を用いた評価—、産業衛生学雑誌 48：157-168.

辻村裕次、埤田和史、西山勝夫（2007）磁気サスペンション座席搭載のフォークリフトの全身振動、産業衛生学雑誌 49：72.

中山寛治郎（2007）全港湾阪神支部の「予防闘争」の取り組みについて、労働と健康 33(2)：8-11.

西山勝夫（2007）腰痛の労働関連性について、労働と健康 33(2)：41-43.

## 8-2 口頭発表

金岡智博、辻村裕次、埤田和史、西山勝夫（2005）農業用トラクターにおける全身振動の評価、第 78 回日本産業衛生学会講演集、東京、4 月 20-23 日、産業衛生学会誌 47 臨時増刊号：520.

前田節雄、西山勝夫（2005）産衛学会全身振動許容基準案の検討経過、日本産業衛生学会振動障害研究会、東京、4 月 21 日.

Nishiyama K, Tsujimura H, Taoda K (2005) Subjective symptoms among forklift truck drivers and the WBV-relatedness, 3rd International Conference on WBV Injuries, Nancy, France, June 7-9：21-22.

西山勝夫（2005）Vibration Injury Network の GUIDELINES FOR WHOLE-BODY VIBRATION HEALTH SURVEILLANCE 及び Medical Research Council の National Survey of Health and

Vibration について、日本産業衛生学会振動障害研究会産衛学会全身振動許容基準案検討 WG、大阪、8 月 3 日。

Nishiyama K, Tsujimura H, Taoda K (2005) Ergonomic-factors- and WBV- relatedness to subjective symptoms among forklift truck drivers, 13th Japan Group Meeting on Human Response to Vibration 2005, Osaka, August 3 to 5 : 167-173.

西山勝夫、辻村裕次、埴田和史 (2005) フォークリフト運転手の腰痛等のリスクファクターに関する質問紙調査結果、第 45 回近畿産業衛生学会抄録集、奈良、11 月 19 日 : 40.

辻村裕次、埴田和史、西山勝夫 (2005) 港湾フォークリフトの作業・走行別全身振動、第 45 回近畿産業衛生学会抄録集、奈良、11 月 19 日 : 41.

西山勝夫、辻村裕次、埴田和史 (2005) フォークリフトの人間工学的要因とオペレータの健康との関連について、平成 17 年度人間工学会関西支部大会、草津、12 月 3 日

浅井愛、岩佐磨佐紀、緒方愛衣、玄茉莉、佐藤克彦、水野文、渡辺慶明 (2005) 港湾労働者における全身振動曝露実態、2005 年度社会医学フィールド実習報告。

西山勝夫、埴田和史、辻村裕次、浅井愛、岩佐磨佐紀、緒方愛衣、玄茉莉、佐藤克彦、水野文、渡辺慶明 (2006) 阪神地区港湾労働者の全身振動曝露実態、第 79 回日本産業衛生学会講演集、仙台、5 月 9-12 日、産業衛生学会誌 48 臨時増刊号 : 383.

西山勝夫 (2006) VIBRISK の全身振動健康サーベイランスに関するガイドラインと質問票および MRC の健康と振動に関する全国調査の邦訳版案、日本産業衛生学会振動障害研究会、仙台、5 月 10 日。

Nishiyama K, Tsujimura H, Taoda K, Fujita K (2006) Seventeen year's follow-up study on low back pain of the freight-container tractor drivers and its association with the reduction of whole-body vibration exposure and other ergonomic improvement, 28th International Congress of Occupational Health, Milan, Italy, June 11-16 : 108.

Nishiyama K, Taoda K, Tsujimura H (2006) Two decades follow-up study on low back pain of the freight-container tractor drivers and its association with the reduction of whole-body vibration exposure and other ergonomic conditions, 14th Japan Conference on Human Response to Vibration 2006, Tokyo, August 2 to 4 : 52-61.

作山寛、小島重行、藤田悦則、金子成彦、榎園正人、西山勝夫 (2006) 磁気ばねと磁気ダンパを用いたサスペンションシートに関する研究、2006 年度年次大会講演集、日本機械学会、熊本、9 月 18-22 日 : 36-37.

西山勝夫、辻村裕次 (2006) 全身振動の健康影響に関する文献レビュー、日本産業衛生学会振動障害研究会、大阪、10 月 28 日。

西山勝夫 (2006) 産衛学会全身振動許容基準検討 WG 報告、日本産業衛生学会振動障害研究会、大阪、10 月 28 日。

西山勝夫 (2006) 全身振動調査票邦訳版作成 WG 報告、日本産業衛生学会振動障害研究会、大阪、10 月 28 日。

辻村裕次、埴田和史、西山勝夫 (2006) 磁気サスペンション座席搭載のフォークリフトの全身振動、第 46 回近畿産業衛生学会抄録集、和歌山、11 月 18 日 : 27.

西山勝夫 (2006) フォークリフトの人間工学的調査、全港湾関西地本第 28 回労災職業病交流集会、神戸、12 月 8 日。

辻村 裕次、埤田 和史、西山 勝夫（2007）磁気サスペンション・立体編物座席搭載フォークリフトの全身振動実地調査、第 80 回日本産業衛生学会講演集、大阪、4 月 24-26 日、産業衛生学会誌 49 臨時増刊号：394.

西山勝夫（2007）、全身振動に関する許容基準案について、日本産業衛生学会振動障害研究会、大阪、4 月 25 日.

西山勝夫（2007）VIBRISK の全身振動健康サーベイランスに関するガイドラインと質問票および MRC の健康と振動に関する全国調査の邦訳版、日本産業衛生学会振動障害研究会、大阪、4 月 25 日.

### 8-3 出版物

西山勝夫（2005）第 3 回国際全身振動学会報告、働くもののいのちと健康を守る全国センター 全国センター通信 73:7.

[http://www.shiga-med.ac.jp/~nisiyama/Vibration/VIBRISKWBVQuestionnaire\\_Japan\\_version.doc](http://www.shiga-med.ac.jp/~nisiyama/Vibration/VIBRISKWBVQuestionnaire_Japan_version.doc) (2006) 全身振動健康サーベイランスに関するガイドラインと質問票.

[http://www.shiga-med.ac.jp/~nisiyama/Vibration/MRC\\_Japan\\_version.doc](http://www.shiga-med.ac.jp/~nisiyama/Vibration/MRC_Japan_version.doc) (2007) 健康と振動に関する全国的調査票.

全日本港湾労働組合関西地方阪神支部安全衛生委員会（2007）人間工学に基づいたフォークリフト改善について、第 21 回定期総会議案書 10 月 27 日：57-59.

全日本港湾労働組合関西地方大阪支部安全衛生委員会（2006）全港湾大阪支部 2006 年度安全衛生委員会総会議案書、11 月 22 日：32.

西山勝夫（2006）フォークリフトの振動調査と改善について、全港湾関西地方本部労災職業病対策委員会第 28 回地本労災職業病闘争学習交流会資料、12 月 8-9 日.

全日本港湾労働組合関西地方本部労災職業病対策委員会（2007）フォークリフトの人間工学的調査と改善闘争、全港湾関西地方における労災職業病闘争報告集、第 34 集：64-67.

株式会社デルタツーリング（2006）Mu-Len Change our life, 1/10.

株式会社デルタツーリング（2007）Mu-Len Change our life, 2/10.

### 8-4 特許

特許願 磁気ばねと磁気ダンパを用いたサスペンションシート、整理番号 P209300、発明者：藤田悦則、作山寛、提出日：2006 年 11 月 20 日.



## Ⅱ. 研究報告

# フォークリフト運転座席の改善による運転手の腰痛予防効果に関する実地実験疫学的研究

## 概要

### 背景

港湾における機械化・合理化によりかつての重筋労働職場にはコンテナ化、フォークリフトの導入が進められた。海上コンテナトラクター運転手の腰痛対策の取り組みを我々とともに経験した阪神地区の港湾労働者が、1990年代前半にフォークリフト運転手の腰痛対策のために、全身振動に関する調査研究を我々に要請してきたのが、本研究の発端となった。

我々は、何度も港湾労働現場を訪問し、さまざまな実態調査を行い、港湾におけるフォークリフト運転手の腰痛対策のためには全身振動低減が必要であることを明らかにした。これらの調査を踏まえ、フォークリフトユーザーであるフォークリフト運転手らは、フォークリフト製造会社にフォークリフトそのものの改善による全身振動低減を求めたが納得できる対応がなされないこともあって、我々を通じて全身振動低減策の開発を行なうことを期待した。

我々は、さまざまな研究協力者の協力を得るなかで、既成の座席に常用されているウレタン類や機械バネとは全く異なる方法により、車両運転によって発生する振動を著明に低減できると思われる新しいタイプの運転座席が開発された。

### 目的

新しいタイプの運転座席、すなわち、新素材三次元織物、磁気バネ式サスペンションユニットを用いて開発された運転座席（以下、磁気サス 3D ネット座席）によるフォークリフトの全身振動低減の程度を確認し、よって運転手に多発する腰痛に対する制圧効果を検討することを目的として実地実験疫学的研究などの一連の研究を行なうこととした。

### 対象

全日本港湾労働組合に加入するフォークリフト労働者のいる神戸地区港湾事業所で協力の得られた3ヶ所におけるフォークリフト労働者およびフォークリフトを実地実験疫学的研究の対象とした。

### 方法

最大積載荷重 2.5 t のフォークリフトについて、従来使用されている運転座席をそのまま使用した場合と磁気サス 3D ネット座席を装着した場合について比較した。

全身振動の測定については、

1. 欧州標準化委員会（CEN）で規定された方法に準拠（以下、CEN 試験）して、協力の得られた1事業所内に試験走行路を設け、5台のフォークリフトについて、走行試験を行い、

2. 実地作業において、6 台のフォークリフトについて、磁気サス 3D ネット座席装着前後の全身振動をそれぞれ 5 日間連続して測定し、全身振動の比較を行なった。

また、実地作業については、10 台のフォークリフト、19 人の運転手について、磁気サス 3D ネットと既存座席の比較を、疲労自覚症状調査および人間工学的評価を質問紙法により行なった。

## 結果

CEN 試験は、磁気サス 3D ネット座席による全身振動、並びに振動伝達率は従来の半分以下という著明な全身振動軽減効果のあることを明らかにした。実地試験では、磁気サス 3D ネット座席と従前の運転座席の全身振動に著差はなかった。

実地試験では、疲労自覚症状は従前の座席でも訴えが少なかったために著差は認められなかったが、人間工学的評価では、磁気サス 3D ネット座席に対する全身振動の評価は非常に良好であったが、その他の評価については必ずしも良好ではなかった。

## 考察

CEN 試験で認められた、磁気サス 3D ネット座席による全身振動、並びに振動伝達率を従来の半分以下にするという著明な全身振動軽減効果は、EU 指令 2002/44/EC の要対策値を達成できることを示した。実地試験で全身振動に差がなかった原因としては、フォークリフトの運転速度増が考えられる。

全身振動以外について人間工学的評価が必ずしも良好ではなかった原因としては、本研究に使用した磁気サス 3D ネット座席が鉛直方向の全身振動減衰効果を確認するための試作品であったことが考えられ、今後座面や背もたれの大きさ・形状などについての開発が必要であろう。

## 結論

磁気サス 3D ネット座席が全身振動、並びに振動伝達率の著明な全身振動軽減効果を示したことによりフォークリフトの EU 指令 2002/44/EC の要対策値を達成できる見通しが得られた。

## 1. 背景

港湾における機械化・合理化によりかつての重筋労働職場にはコンテナ化、フォークリフトの導入が国際的規模で進められた<sup>1)</sup>。1970 年代に阪神地区などの港湾で働くフォークリフト運転手や海上コンテナトラクターの運転手に腰痛などの筋骨格器系障害が多発し、問題解決のための取り組みがなされた<sup>2-8)</sup>。海上コンテナトラクター運転手の腰痛については、1982 年に全日本港湾労働組合から腰痛対策の取り組みの相談を受けた。これを契機に我々は一連の研究を行い、海上コンテナトラクター運転手の腰痛対策の取り組みを支援した<sup>9-14)</sup>。およそ 10 年後、20 年後の海上コンテナトラクターに関する調査では、全身振動の低減と腰痛の減少が確認された<sup>15-20)</sup>。

以上のような取り組みを我々とともに経験した阪神地区の港湾労働者が、1990 年代前半にフォークリフト運転手の腰痛対策のために、全身振動に関する調査研究を我々に要請し

てきた。

前述した 1970 年代に阪神地区などの港湾で働くフォークリフト運転手の腰痛対策の取り組みに押されて、旧労働省は腰痛認定基準を改訂し<sup>7)</sup>、「腰部に著しく粗大な振動を受ける作業を継続して行う業務」の項を設けるなど労働安全衛生行政の動向もあり、フォークリフト運転手の腰痛は一定の改善がなされているのではないかと考えていた。

フォークリフト運転手の腰痛に関しては、国外でも従来から問題が指摘されていた<sup>21-27)</sup>が、日本では 1970 年代半ば以降、これに関する研究は報告されていなかった。全身振動曝露については、それが腰痛発症の危険因子であることが多くの疫学研究やバイオメカニクスに基づいた研究により認められ<sup>27-32)</sup>、海外においては、フォークリフトに対し最大積載（定格）荷重で類別しての全身振動測定調査<sup>23,24)</sup>や、フォークリフトの曝露全身振動レベルは幾種類もの車両の中で最も大きい部類に属すること<sup>27)</sup>が報告されている。

そこで我々は、阪神地区の全港湾労組に所属するフォークリフト運転労働者の腰痛とそれに関連する人間工学的要因を調査した。その結果、腰痛有訴率は腰痛が大きな問題となっていた時の海上コンテナトラクター運転手と同程度に高率であったことや、全身振動との関連が明らかとなり<sup>33,34)</sup>、以降一連の研究がなされることになった<sup>35-57)</sup>。

フォークリフト運転手の腰痛は、床や座席から曝露される全身振動の他に、運転時の不良姿勢も発症危険因子であることが認められている<sup>21,27)</sup>。不良姿勢は、主として視界確保に関連して、前方に大きな荷物を積載した時の前屈・側屈や後進運転時の体幹捻転といった形で現れる。体幹捻転に関して我々は、座席の回転機能を有するフォークリフトに後方視認時の身体負担軽減効果があることを認め<sup>42,50)</sup>、同報告は人間工学的に一步進んだフォークリフトの商品化に寄与した<sup>57)</sup>。腰痛は、座席や操作機器（ハンドル、レバー等）が運転者に対する人間工学的考慮に欠けていたことと密接に関係していることが、運転手のフォークリフトや作業環境に対する評価についての腰痛有無別での分析により、明らかになっている<sup>33,34)</sup>。

全日本港湾労働組合に所属する全国のフォークリフト運転手に対する調査では腰痛有訴率は 50%を超えていた<sup>52,53,55)</sup>。また、予備的にフォークリフトの全身振動を測定したところ、全身振動曝露量が運転者の健康へ悪影響を及ぼすような大きさと時間であったことや、フォークリフト作業のいくつかの場面において、鉛直だけでなく前後の方向にも顕著な全身振動曝露が存在したことを認めた<sup>34)</sup>。

以上より、日本におけるフォークリフト運転手の腰痛予防のために、全身振動の測定とそれに基づく全身振動曝露低減の系統的な取り組みが必要であると考えられた。

他方、欧州では産業車両の全身振動低減のための研究が系統的に行われており、欧州標準化委員会は、産業車両の安全性評価法の 1 つとして、鉛直方向全身振動測定のための試験方法を定めた規格<sup>58-61)</sup>を策定した。これは、産業車両の実作業時全身振動を測定した結果に基づいて、代表的な車両が通常使用された場合に (typical of the machinery in normal use)、この試験方法が実作業時振動値を再現するように、検討されていた<sup>25)</sup>。

我々は prEN 13059<sup>60)</sup>を応用した試験方法（以下、CEN 試験）により、全身振動を測定し、車両の特徴との関連、特に新しい車両と古い車両の間の全身振動および座席の振動伝達特性を比較し、フォークリフトの改善が進んでいるかどうかを検討した。我々の CEN 試験に準拠した研究結果では、鉛直方向全身振動に関して、フォークリフトには大幅な改良が必要なこと、特に座席は、有効に振動減衰していないこと、椅座位人体の共振周波数域 4~5 Hz の減衰や体重による減衰特性調節等の観点から大幅な改良を進めなければならないことが明らかになった<sup>62)</sup>。

これらの研究結果を踏まえ、フォークリフトユーザーであるフォークリフト運転手らは、フォークリフト製造会社にフォークリフトそのものの改善による全身振動低減を求め、我々は、フォークリフトの改善についてのシンポジウムなどを開催してフォークリフト製

造会社との意見交換を行う等の取り組みをしたが、フォークリフト製造会社には納得できる対応が見られないこともあって、車両座席製造会社に所属する研究協力者の藤田らと協同して独自に全身振動低減効果のあるフォークリフト運転座席の開発を行なうこととした。

2002年には、物理的要因（振動）により惹起されるリスクに対する安全衛生の最低必要条件を定めたEU指令2002/44/EC<sup>63)</sup>が制定され、全身振動評価のための試験方法を定めた規格EN 13059<sup>61)</sup>が正式発行された。このような情勢を考慮し、フォークリフト運転座席の開発の目安はEU指令2002/44/ECに定義された要対策値以下の全身振動値を達成することとした。

準備研究では、既成の座席に常用されているウレタン類とは全く異なる新素材三次元織物のみを応用した運転座席で、全身振動低減効果が期待されたが、満足できる結果はえられなかった。

新素材三次元織物と磁気バネ式サスペンションユニットを併用した運転座席（以下、磁気サス3Dネット座席）が開発された<sup>64, 65)</sup>。

実験室における加振機を用いたシミュレーション実験では同運転座席による著明な全身振動低減の可能性が確認された<sup>64)</sup>。

上記調査研究を円滑且つ効率的に正確に実施するために、全身振動の測定システムの開発・改良を重ねてきた<sup>38, 42)</sup>。

目指した仕様は以下の通りである。

測定システムは、測定者の同乗が必要なく、全身振動と共に運行状況が簡便に把握できること。

具体的には、座席を通じて曝露される直交する3方向の振動値（加速度）の測定のため、

- (1) 座席面上に装着される3方向振動検出ピックアップ
- (2) 座席取り付け基部に設置される3方向振動検出ピックアップ
- (2) 6チャンネル プリアンプ
- (3) A/D 変換器
- (4) データロガー(記録計)
- (5) データの即時処理とその結果の表示

から成る。

さらに、運行状況把握のため、

(6) GPS (Global Positioning System) と内蔵加速度センサーを用いた速度検出装置

(7) 運転者が座席から腰を浮かしたか否かの検出

(8) 前進、後進などのギアの位置の検出

(9) クラッチの踏み量の検出

を備えている。

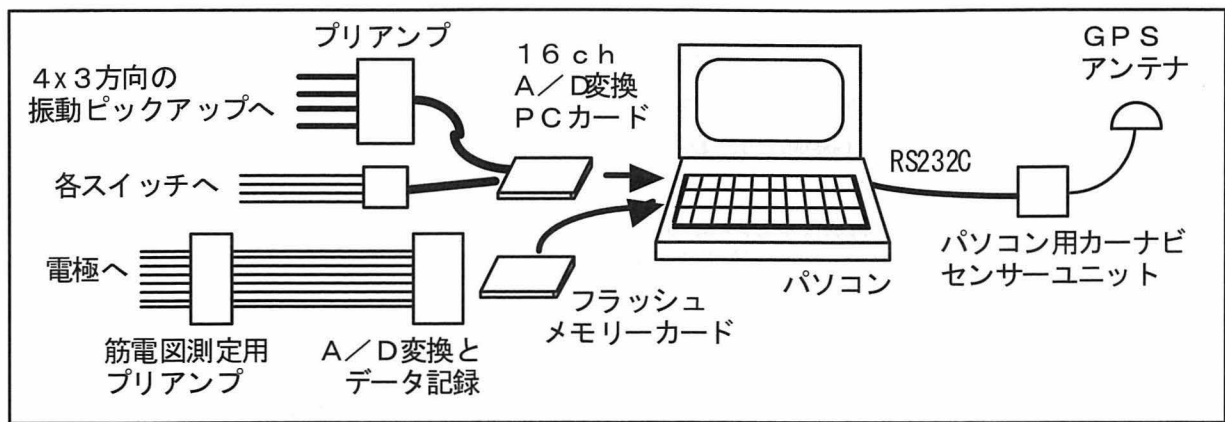
また、CEN規格案の振動測定走行試験での有効振動値同定のための、

(10) 発光部と受光部から成る通過点検出装置

を持つ。(6)～(10)のデータはの同時記録

(11) モニタビデオカメラの映像と同期させて、記録信号の必要時間帯を正確に抽出し、同時時間帯の所望の解析ができる。

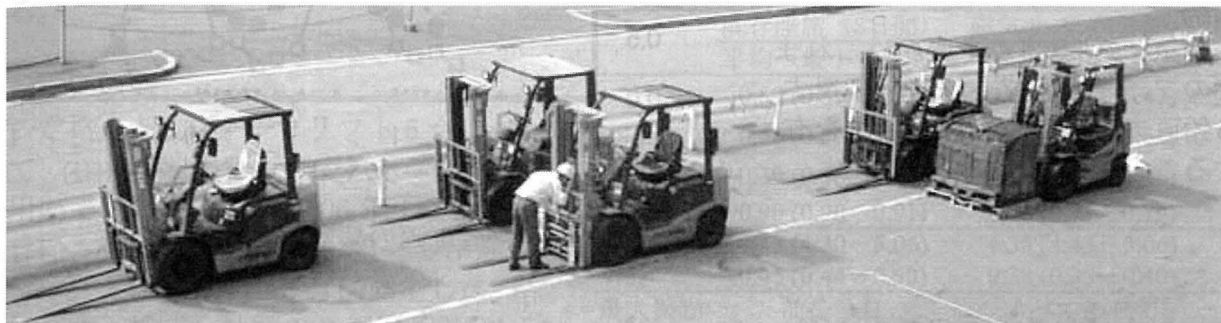
下図はその概念図である。



## 2. 磁気サス 3D ネット座席による全身振動値の低減を試験走行路運転で確認する研究

### 目的

本研究の目的は、磁気サス 3D ネット座席によるフォークリフトの全身振動低減の程度を CEN 試験で確認することである。



### 対象と方法

神戸港湾にある事業所が所有する最大積載荷重 2.5 t のフォークリフト 5 台（同一の日本製造社製のディーゼル車、製造年は 2002~2006 年）について、既存座席および磁気サス 3D ネット座席を対象とした。

欧州標準化規格 EN13059 による走行試験を行い、座面と座席取り付け基部（基部）の鉛直方向振動加速度を我々が開発した測定システムを用いて測定した。

それぞれの周波数加重振動加速度実効値 ( $a_{wz, Pan}$  と  $a_{wz, Base}$ ) と座席の振動伝達率 SEAT ( $a_{wz, Pan} / a_{wz, Base}$ )、および、それらの 1/3 オクターブバンドごとの値を算出した。 $a_{wz, Pan}$  と  $a_{wz, Base}$  の平均値を既存座席と磁気サス間で比較検討した（対応のある t 検定、有意水準 0.05）。



### 結果と考察

$a_{wz, Pan}$  と SEAT を図 1 と図 2 に示す。

5 台の平均  $a_{wz, Pan}$  ( $m/s^2$ ) は既存座席で 1.1、磁気サス 3D ネット座席で 0.5 であった。CEN 試験の条件における振動値が  $0.5 m/s^2$  であるということは、磁気サス 3D ネット座席には、1 日 8 時間程度の労働時間のフォークリフト運転手の全身振動を、EU 指令 2002/44/EC の要対策値<sup>15)</sup> 以下に制圧できる効果があるということを示すものである。

平均 SEAT は同様に 1.0、0.4 であった。 $a_{wz, Base}$  では座席間に有意な差はなく、 $a_{wz, Pan}$  では有意な差が認められた。また、阪神地区港湾で稼働していた 47

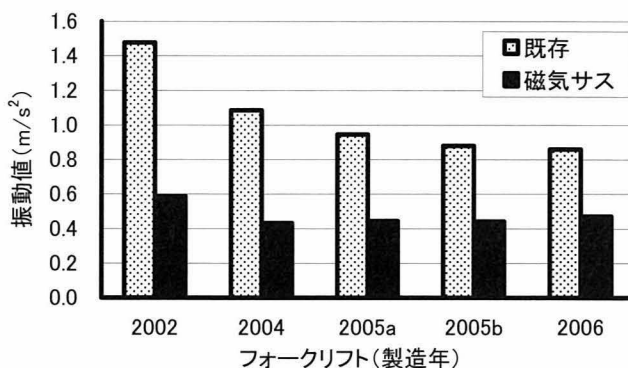


図 1. 鉛直方向全身振動値  $a_{wz, Pan}$  の比較 (n=5)

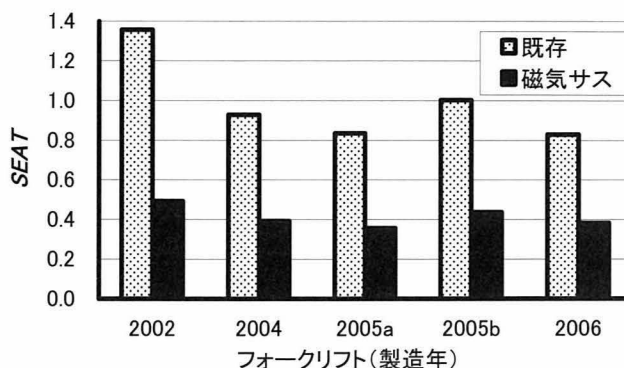


図 2. 座席の振動伝達率 SEAT の比較 (n=5)

台を 2000～2001 年に同走行試験した結果<sup>1)</sup>の最低  $a_{wz, Pan}$  と SEAT の値は 0.9 と 0.6 （異なる車両）であった。

結論

磁気サス 3D ネット座席はこれまでのフォークリフト座席を凌駕する鉛直方向全身振動減衰効果を有することが明らかになった。

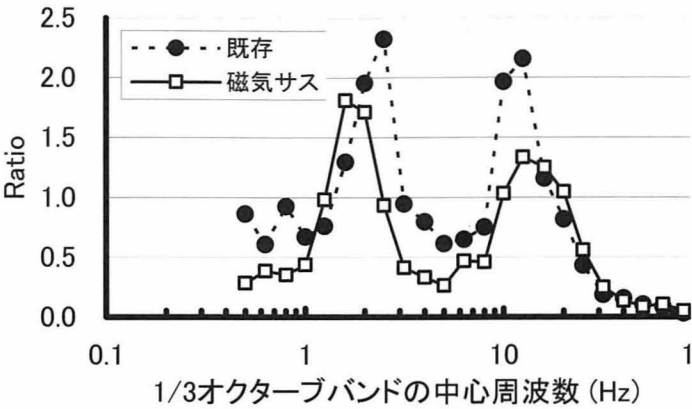


図 3. 2006 年製造車両の振動実効値比



### 3. 磁気サス 3D ネット座席による全身振動値の低減を実地作業で確認する研究

手口

#### 目的

本研究の目的は、実地作業における磁気サス 3D ネット座席搭載フォークリフトの全身振動曝露低減効果を明らかにすることである。

#### 対象と方法

定格 2.5t フォークリフト 5 台について、我々が開発した測定システム<sup>38, 42)</sup>を用いて、既存座席で 2006 年 11 月 6～10 日に、その後、磁気サス 3D ネット座席に付け替え、12 月 4～8 日に測定した。

リオン株式会社製の 3 軸振動計 VM-54 および全身振動測定カード VX-54V、シートセンサー (Dytran Instruments, Inc. あるいは PCB PIEZOTRONICS Inc. 製) と Onset Computer Corp. 製のスイッチデータロガーからなる測定システム 6 セットを用いて、座面での、前後 (x)、左右 (y)、鉛直 (z) 方向の振動加速度と、着座状態を記録した。

ISO2631-1997 に従って、1 日毎のパワー平均周波数加重振動加速度実効値  $a_{wi}$  ( $i=x, y, z$ )、3 方向合成振動値 Health、及び等価エネルギー 8 時間換算振動値  $A(8)$  を算出した。

$a_{wi}$ 、Health、及び曝露時間を既存座席と磁気サス間で比較検討した。

#### 結果と考察

6 台の内、1 台は、既存座席での測定に失敗したので、5 台 10 座席の結果を示す。

ある車両の  $a_{wi}$ 、Health、曝露時間、及び

表 1 ある車両の全身振動値と曝露時間

	既存座席 (3日間) 平均 (最小-最大)	磁気サス (4日間) 平均 (最小-最大)
$a_{wz}$	0.59 (0.56-0.62)	0.43 (0.41-0.47) *
1.4 $a_{wx}$	0.55 (0.53-0.59)	0.51 (0.47-0.54)
1.4 $a_{wy}$	0.39 (0.38-0.41)	0.35 (0.34-0.36) *
Health	0.90 (0.90-0.91)	0.76 (0.71-0.79) *
曝露時間	4:43 (4:30-5:06)	4:35 (4:43-5:06)
$A(8)$	0.46 (0.44-0.50)	0.38 (0.35-0.40)
最大振動 の方向	前後 1日 鉛直 2日	すべての日で 前後

\*  $p < 0.05$

図 4. 実地作業における既存座席と磁気サス 3D ネット座席の前後方向振動 1.4  $a_{wx}$

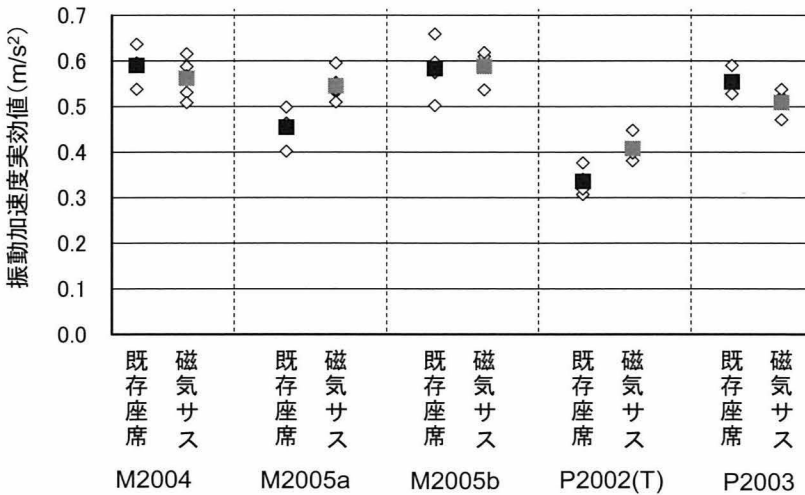
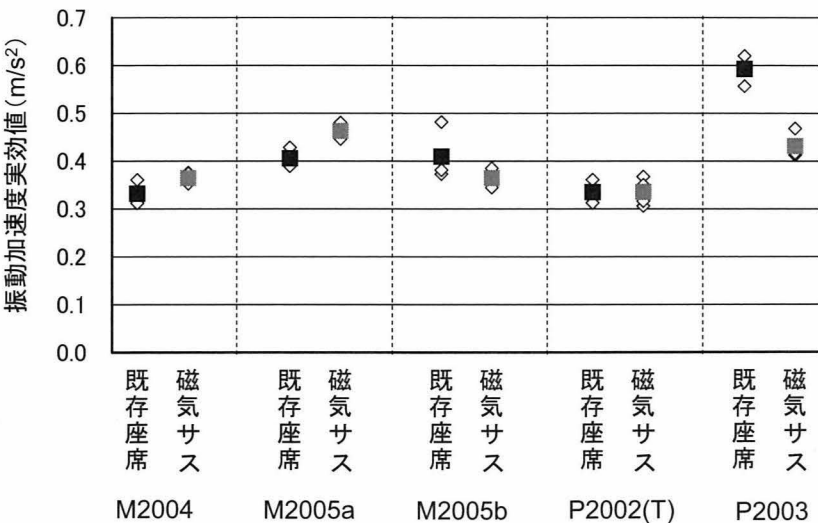


図 5. 実地作業における既存座席と磁気サス 3D ネット座席の鉛直方向振動  $a_{wz}$



A(8)を表1に示す。 $a_{wi}$ とHealthの平均値は全て磁気サスの方が小さく、 $a_{wx}$ を除いて有意な差が認められた。曝露時間に有意な差はなかった。A(8)について、既存座席ではEU指令での要対策値  $0.5\text{m/s}^2$  を上回る日があったが、磁気サスでは上回る日はなく、実乗務時間が6時間55分以内ならば要対策値未達となる振動値であった。

5台全体の結果は、図4～6に示した。黒または赤で塗りつぶした四角いマークが5日間の平均である。全ての測定日で優越な振動方向はなく、磁気サス3Dネット座席における全ての測定日で最大振動を有する方向（水平振動には係数1.4を乗じた）は前後であった。

そこで、3軸合成振動値であるHealthの結果を図7に示した。

1番右のフォークリフトの振動値だけが磁気サス3Dネット座席で小さかった。5台の平均で見ると若干、磁気サス3Dネット座席が大きい値となり、CEN試験で得られたような減衰効果は実地測定からは確認できなかった。

両座席の測定期間で異なる、座席以外の振動値を決定する要因として、作業密度や同密度を起因とした走行速度の差異等が考えられる。結果を示した車両の運転手は全ての測定日で残業しておらず、曝露時間にも差がなかったため、磁気サス測定期日で作業密度が低かったとは考え難い。

今回の振動測定では、運転座席面の全身振動のみが測定された。座面のみならず、座席取り付け部の振動およびフォークリフトのスピードなど運転状態の測定により、潜在的な磁気サス3Dネット座席による減衰効果を確認しなければならないと考えられる。

## 結論

実地作業では、磁気サス3Dネット座席面の全身振動は既存座席との間で著差が認められなかった。

図6. 実地作業における既存座席と磁気サス3Dネット座席の前後方向振動  $1.4 a_{wy}$

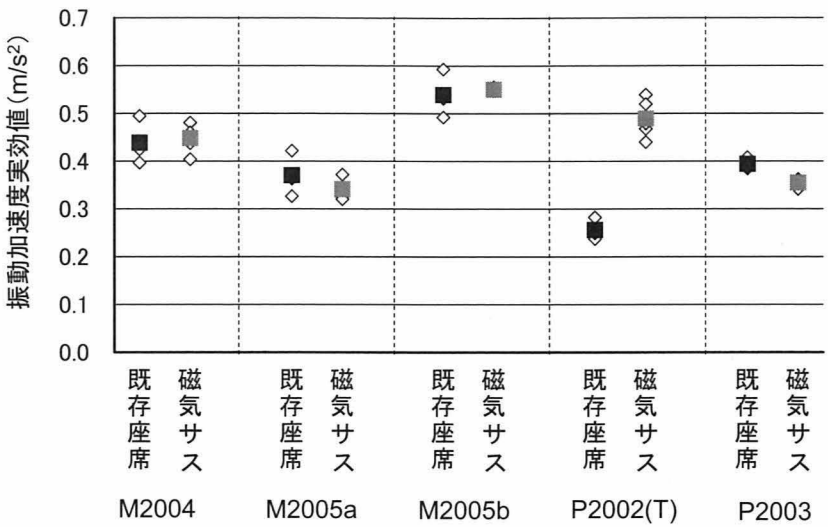
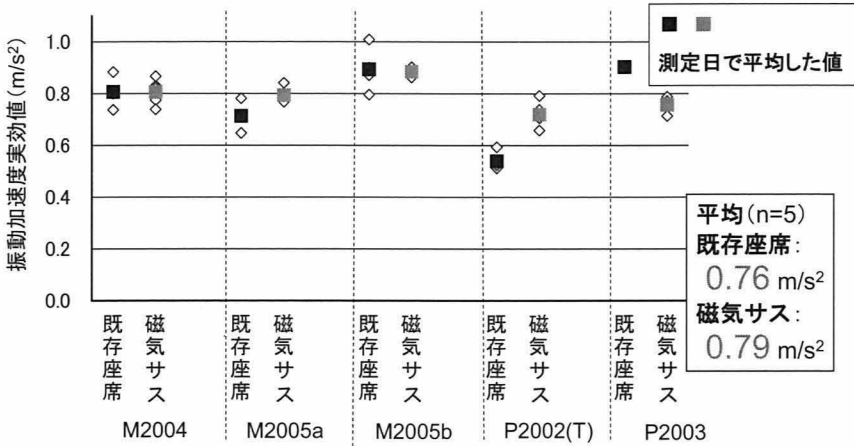


図7. 実地作業における既存座席と磁気サス3Dネット座席のHealth値比較



#### 4. 既存座席およびフォークリフト用磁気サス 3D ネット座席の場合のフォークリフト運転手の疲労自覚症状に関する研究

##### 目的

本研究の目的は、磁気サス 3D ネット座席による運転手の疲労軽減効果を確認することである。

##### 対象と方法

磁気サス 3D ネット座席を装備した車両に専任乗務した運転手 6 人を対象とした。

産業衛生学会産業疲労研究会作成の質問紙「自覚症しらべ」と「身体疲労部位調査票」を用いた。

調査期間：既存座席は 2006 年 11 月 6～10 日、磁気サス 3D ネット座席は同年 12 月 4～8 日で、それぞれ 5 日間、毎日の始業時、昼休憩前、終業時の 1 日 3 回、運転手に質問紙に回答を記述してもらった。統計学的解析は以下の通りである。

部位別 5 項目（首、左肩、右肩、背部、腰）、自覚症しらべ 5 項目（肩がこる、全身がだるい、目がつかれる、腰がいたい、足がだるい）、自覚症しらべ 5 群（Ⅰ群：ねむけ感、Ⅱ群：不安定感、Ⅲ群：不快感、Ⅳ群：だるさ感、Ⅴ群：ぼやけ感）の合計 15 項目に対し、各対象者の回答時刻ごとに、火曜日から金曜日までの 4 日間の平均値を求めた。

まず、始業時の値、昼休憩前の値、終業時の値、午前上昇分（＝昼休憩前の値－始業時の値）、午後上昇分（＝終業時の値－昼休憩前の値）、全日上昇分（＝終業時の値－始業時の値）の 6 変数について、対応のある t 検定を用いて、既存座席と磁気サスでの疲労度を比較した。

次に、総合的な疲労度として、始業時、昼休憩前、終業時の値を 3 水準の反復測定因子とし、反復測定分散分析を用いて、既存座席と磁気サス 3D ネット座席での疲労度を比較した。

さらに、総合的な疲労上昇度として、午前上昇分と午後上昇分を 2 水準の反復測定因子とし、反復測定分散分析を用いて、既存座席と磁気サス 3D ネット座席での疲労上昇度を比較した。計算には、SPSS を用いた。

##### 結果

総合的な疲労度とその上昇度には有意な差は認められなかったが、磁気サス 3D ネット座席の方が疲労の小さい傾向が見られた。回答時刻別で見ると、肩のこりや疲労度に有意な差（有意水準 0.05）が認められた回答時刻があった。有意水準を 0.1 とすると、右肩と腰背部の全日での疲労上昇度に差が認められた。

##### 考察

磁気サス 3D ネット座席測定期間のみに残業をした人が 2 人いたことを考え合わせると、磁気サス 3D ネット座席の方が疲労しにくいことが示唆された。特に、肩にその傾向がよく見られた。これは、身体の揺れが小さくなって、ハンドルで上半身を支持する程度が小さくなったのかもしれない。しかし、人数が 6 人で十分とはいえないことや、既存座席測定期間でも、先行研究に比べて訴えがかなり少なかったため、明確な結論は出なかった。

今後、磁気サス 3 D ネット座席の形状を含めて完成度の高い座席を使つての、疲労程度の高い、つまり、『良い』座席を必要としている運転手を対象とした調査が必要かもしれない。

## 結論

総合的な疲労度とその上昇度には有意な差は認められなかったが、磁気サス 3 D ネット座席の方が疲労の小さい傾向が見られた。

表2 フォークリフト用磁気サス3Dネット座席と既存座席の疲労自覚症状調査結果の比較

				部位別					自覚症項目					自覚症群別				
				首	左肩	右肩	背部	腰部	肩がこる	全身がだるい	目がつかれる	腰がいたい	足がだるい	I群 ねむけ感	II群 不安定感	III群 不快感	IV群 だるさ感	V群 ぼやけ感
値	対応のあるt検定	朝	既存座席での訴え平均	0.7	0.5	0.6	0.4	0.9	1.8	1.2	1.3	2.1	1.1	1.2	1.1	1.2	1.4	1.2
			磁気サスでの訴え平均	0.4	0.4	0.3	0.5	1.1	1.5	1.2	1.2	2.2	1.1	1.2	1.1	1.1	1.4	1.1
			p値	0.20	0.43	0.13	0.48	0.05	0.04	0.36	0.24	0.20	0.89	0.45	0.36	0.14	0.30	0.27
		昼	既存座席での訴え平均	0.8	0.7	0.5	0.8	1.0	2.1	1.3	1.3	2.1	1.2	1.2	1.2	1.1	1.5	1.2
			磁気サスでの訴え平均	0.5	0.3	0.4	0.4	1.1	1.7	1.2	1.3	2.1	1.1	1.2	1.1	1.1	1.4	1.2
			p値	0.05	0.09	0.74	0.14	0.87	0.08	0.81	0.81	0.36	0.69	0.76	0.94	0.41	0.39	0.95
		夕	既存座席での訴え平均	0.9	0.9	1.0	1.0	1.3	2.3	1.4	1.5	2.4	1.5	1.2	1.2	1.1	1.7	1.4
			磁気サスでの訴え平均	0.5	0.4	0.4	0.7	1.2	1.9	1.3	1.6	2.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.5	1.3
			p値	0.11	0.10	0.02	0.18	0.47	0.11	0.39	0.88	0.47	0.38	0.32	0.49	0.37	0.11	0.51
	反復分散分析	総合	既存座席での訴え平均	0.8	0.7	0.7	0.7	1.1	2.0	1.3	1.4	2.2	1.3	1.2	1.1	1.1	1.6	1.3
			磁気サスでの訴え平均	0.5	0.4	0.4	0.5	1.1	1.7	1.2	1.4	2.2	1.1	1.2	1.1	1.1	1.4	1.2
			p値	0.49	0.40	0.40	0.65	0.93	0.35	0.71	0.92	0.96	0.48	0.83	0.88	0.43	0.58	0.73
上昇分	対応のあるt検定	午前	既存座席での訴え平均	0.0	0.2	-0.1	0.3	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0
			磁気サスでの訴え平均	0.1	-0.1	0.1	-0.1	0.0	0.2	0.0	0.1	-0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
			p値	0.94	0.08	0.53	0.07	0.24	0.45	1.00	0.17	0.47	0.57	0.98	1.00	0.16	0.52	0.09
		午後	既存座席での訴え平均	0.2	0.3	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2
			磁気サスでの訴え平均	0.1	0.1	0.0	0.2	0.1	0.2	0.0	0.3	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1
			p値	0.55	0.24	0.11	0.36	0.27	1.00	0.08	0.83	0.30	0.23	0.27	0.60	0.84	0.08	0.37
		全日	既存座席での訴え平均	0.2	0.4	0.4	0.5	0.3	0.4	0.2	0.3	0.3	0.4	0.0	0.1	0.0	0.3	0.1
			磁気サスでの訴え平均	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.3	0.1	0.4	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1
			p値	0.11	0.12	0.09	0.08	0.06	0.63	0.52	0.54	0.26	0.32	0.41	0.60	0.17	0.15	0.97
	反復分散分析	総合	既存座席での訴え平均	0.1	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1
			磁気サスでの訴え平均	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.2	0.0	0.2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1
			p値	0.65	0.20	0.28	0.25	0.19	0.76	0.66	0.61	0.33	0.25	0.59	0.67	0.59	0.22	0.98

## 5. フォークリフト運転手による磁気サス 3D ネット座席の人間工学的評価に関する研究

### 目的

本研究の目的はフォークリフト運転手により、フォークリフト用磁気サス 3D ネット座席の全身振動改善の程度および人間工学的問題点を明らかにすることである。

### 対象と方法

19 人（うち 6 人は、磁気サスを装備した車両に専任乗務した運転手）を対象とした。

座席は既存座席とフォークリフト用磁気サス 3D ネット座席、それぞれ 10 台（同一車両に装備、磁気サス 3D ネット座席は装備してから少なくとも 1 週間以上経過した時点で調査）とした。

既存座席とフォークリフト用磁気サス 3D ネット座席の比較目的に合致した別紙に示すような質問項目を考案した。回答形式は 3 者択一（「既存座席の方があてはまっている」、「磁気サスの方があてはまっている」、「どちらともいえない、または、わからない」）と自由記述回答とした。

質問紙調査法により、既存座席と磁気サス & 3D ネット座席の比較をフォークリフト運転手主観的に評価させた。

3 者択一を求めた項目の統計学的解析については、回答の期待値を、 $1/3$  ずつとして、 $\chi^2$  検定で分布に違いがあるか否かを有意水準 0.05 として、検討した。

### 結果

回答・分析結果を表 3、4 に示す。

専任運転手 6 人での解析と、すべての項目に「どちらともいえない、または、わからない」と回答した 1 人を除いた 18 人での解析で、ともに、磁気サスの方が有意に「良い」とされた項目は、「上下調節のしやすさ」、「振動の吸収」、「走行中振動の不快さ」、「倉庫入り口などの継ぎ目通過時の不快さ」の 4 項目であった。既存座席の方が有意に「良い」とされた項目はなかった。専任運転手 6 人では、「全体の満足度」で、磁気サスの方が有意に高かった。

自由意見では、「旧座席シートのまま、スプリングは新座席シートのほうが良い。生地素材は新座席のほうが良い」、「背もたれの部分が前の方が良い」、「新座席の座面、背もたれの形状が良くないので、疲れやすい。座席のクッションはいいが、フォーク自体が振動して、自分は揺れないのに、荷物だけが不安定になり余計に神経を使う」、「旧座席で新座席のバネがいい」などがあった。

### 結論

検定結果と自由意見から、磁気サスは振動の減衰効果があるといっていよいであろう。

本調査で使用した磁気サスは振動減衰効果を評価するための試作品であり、形状には十分な配慮ができていなかったため、形状に関して、既存座席に劣っているという意見が出されたことは仕方ないであろうが、今後、フォークリフト用座席としての完成度を高めるためには、形状等のデザインを総合的に改良することが不可欠であることが判明した。

表3 フォークリフト乗務員の質問紙調査による座席に対する評価 (n=6)

質問	対象者						回答ごと人数 n				期待値				$\chi^2$ p
	M1	M2	M3	T4	T5	T6	1	2	3	n	1	2	3		
足元広さ	1	2	1	3	1	1	4	1	1	6	2	2	2	0.223	
下肢触れる	3	2	3	3	2	1	1	2	3	6	2	2	2	0.607	
高さゆとり	3	1	3	3	2	3	1	1	4	6	2	2	2	0.223	
前後調整	1	2	1	1	1	3	4	1	1	6	2	2	2	0.223	
上下調整	1	1	1	1	3	1	5	0	1	6	2	2	2	0.030	*
座面尻適合	3	2	3	3	3	1	1	1	4	6	2	2	2	0.223	
座面広さ	2	3	2	3	2	2	0	4	2	6	2	2	2	0.135	
体重調節	1	2	1	3	1	1	4	1	1	6	2	2	2	0.223	
振動吸収	1	3	1	1	1	1	5	0	1	6	2	2	2	0.030	*
背もたれ形適合	3	2	3	3	3	1	1	1	4	6	2	2	2	0.223	
背もたれ着け運転	3	2	2	3	3	3	0	2	4	6	2	2	2	0.135	
カーブ悪路支え具合	1	2	3	3	3	3	1	1	4	6	2	2	2	0.223	
ベルトつき	1	3	1	3	3	3	2	0	4	6	2	2	2	0.135	
走行中振動不快	2	3	2	2	2	2	0	5	1	6	2	2	2	0.030	*
アイドリング振動不快	3	3	3	3	2	3	0	1	5	6	2	2	2	0.030	*
継ぎ目通過不快	2	2	2	3	2	2	0	5	1	6	2	2	2	0.030	*
激振動メーター見づら	3	3	3	3	3	3	0	0	6	6	2	2	2	0.002	**
激振動操作しにくい	3	3	2	3	3	3	0	1	5	6	2	2	2	0.030	*
激振動足踏ん張り	3	3	3	2	2		0	2	3	5	1.7	1.7	1.7	0.247	
疲れ	2	3	2	3	2	1	1	3	2	6	2	2	2	0.607	
神経疲れ	3	3	3	2	3	3	0	1	5	6	2	2	2	0.030	*
仕事効率	1	2	3	3	3	3	1	1	4	6	2	2	2	0.223	
全体満足度	1	3	1	1	1	1	5	0	1	6	2	2	2	0.030	*
新座席乗務時間	5	30	6	30	6	4									
当該週	13	24	26		17	17									

- 1：新座席の方が、  
 2：旧座席の方が、...  
 3：どちらとも／わからない  
 否定的な質問項目

運転手の自由記述：座席を低くして欲しい。ヘルメットがフォークリフトの天井に当たります。

表4 フォークリフト乗務員の質問紙調査による座席に対する評価 (n=18)

質問	対象者																		回答ごと人数			n	期待値			X2 p	
	M1	M2	M3	T4	T5	T6	M11	M12	M13	M14	M15	M17	M18	H1	H2	H3	H4	H5	1	2	3		1	2	3		
足元広さ	1	2	1	3	1	1	2		2	1	1	3	2	2	2	2	3	3	6	7	4	17	5.7	5.7	5.7	0.662	
下肢触れる	3	2	3	3	2	1	1	1	1	2	3	3	1	3	3	3	3	3	5	3	10	18	6	6	6	0.115	
高さゆとり	3	1	3	3	2	3	3	3	3	1	1	2	3	3	1	3	3	3	4	2	12	18	6	6	6	0.009	**
前後調整	1	2	1	1	1	3	2	2	1	2	1	2	3	1	3	1	1	1	10	5	3	18	6	6	6	0.115	
上下調整	1	1	1	1	3	1	1		1		1	2	3	1	3	1		1	11	1	3	15	5	5	5	0.004	**
座面尻適合	3	2	3	3	3	1	3	2	2	2	1	1	2	2	2	3	2	3	3	8	7	18	6	6	6	0.311	
座面広さ	2	3	2	3	2	2	3	3	2	1	1	2	2	2	3	3	1	3	3	8	7	18	6	6	6	0.311	
体重調節	1	2	1	3	1	1	1	3	3	1	1	3	1	1	3	3	1	1	11	1	6	18	6	6	6	0.016	*
振動吸収	1	3	1	1	1	1	3	3	1	1	1	3	1	1	1	3	3	1	12	0	6	18	6	6	6	0.002	**
背もたれ形適合	3	2	3	3	3	1	3	2	2	2	1	3	2	2	2	2	2	2	2	10	6	18	6	6	6	0.069	
背もたれ着け運転	3	2	2	3	3	3	3	2	2	3	1	3	2	2	2	2	2	3	1	9	8	18	6	6	6	0.042	*
カーブ悪路支え具合	1	2	3	3	3	3	1	2	2	1	1	3	3	2	2	3	2	1	5	6	7	18	6	6	6	0.846	
ベルトつき	1	3	1	3	3	3	3	3	1	3	1	3	3	3	3	1	3	3	5	0	13	18	6	6	6	0.001	**
走行中振動不快	2	3	2	2	2	2	2	1	2	2	1	3	3	2	3	2	2	2	2	12	4	18	6	6	6	0.009	**
アイドリング振動不快	3	3	3	3	2	3	2	3	2	3	1	3	3	3	3	2	3	3	1	4	13	18	6	6	6	0.002	**
継ぎ目通過不快	2	2	2	3	2	2	2	3	2	3	1	3	3	2	2	2	1	2	2	11	5	18	6	6	6	0.030	*
激振動メーター見づら	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	1	3	3	3	3	3	3	3	1	2	15	18	6	6	6	0.000	**
激振動操作しにくい	3	3	2	3	3	3	3	3	2	2	1	1	3	3	1	3	3	2	3	4	11	18	6	6	6	0.042	*
激振動足踏ん張り	3	3	3	2	2		3	3	2	3	1	2	3	3	3	3	1	3	2	4	11	17	5.7	5.7	5.7	0.019	*
疲れ	2	3	2	3	2	1	2	1	2	2			3	1		3		3	3	6	5	14	4.7	4.7	4.7	0.607	
神経疲れ	3	3	3	2	3	3	2	1	2	2	1	2	3	3	1	3	1	3	4	5	9	18	6	6	6	0.311	
仕事効率	1	2	3	3	3	3	3	2	1	1	1	3	3	2	2	3	3	3	4	4	10	18	6	6	6	0.135	
全体満足度	1	3	1	1	1	1	1	2	1	1	1	3		3	2	1	2	3	10	3	4	17	5.7	5.7	5.7	0.080	
新座席乗務時間 当該週	5	30	6	30	6	4	3	6	5	5	5	6	20	15	2	15	6.5	4									
	13	24	26		17	17																					

運転手の自由記述

T5:座席を低くして欲しい。ヘルメットがフォークリフトの天井に当たります。

M12:新座席は前方方向にあまり動かず背もたれにつけると作業ができない。前後に動かすレバーに足が当たり不快

M13:旧座席シートのまま、スプリングは新座席シートのほうが良い。生地素材は新座席のほうが良い。

M14:背もたれの部分が前の方が良い。

M18旧座席で新座席のバネがいい。

1 :新座席の方が. . .  
2 :旧座席の方が. . .  
3 :どちらも/わからない  
否定的な質問項目

H1:シート全体が薄いので冷えて腰が痛い。自分のゆれが少ないためスピードが出て荷物がゆれて落下しそうになる。

H2振動の吸収はいいかもしれないが、なんせ背もたれ部分が弱過ぎて、ブレーキを踏むときに操作しにくいし、冬は寒いと思う。腰を暖めるヒーター

H3:乗り降りする際に体重調整の計器部分に足をぶつけてしまう。

H4:新座席の座面、背もたれの形状が良くないので、疲れやすい。座席のファッションはいいが、フォーク自体が振動して、自分は揺れないのに、



## 6. フォークリフト運転手が曝露される全身振動の測定システムの開発に関する研究

### 目的

フォークリフトのように狭い港湾倉庫の内外を煩雑に動き回るような産業車両について、走行車輛の位置や速度や運転動作という運行に関する状況と座席面および座席取付部位からの振動を同時に測定・解析できるシステムを一新し、測定・解析の性能・効率を大幅に改善することが、本研究の目的である。

具体的な目標は、以下の通りである

スピンドルレスモバイルパソコン; Sony VAIIO VGN-UX90PS にて、全ての信号の入力を受信し、解析・記録・表示を行なわせるシステムを基本とする。

1 労働日使用可能な必要電力は小型の蓄電池から供給できるものとする。

### 方法

信号処理・解析ソフトウェアとして National Instruments Corp. Inc. 製の Labview 8.0, Advanced Signal Processing Toolkit 7.5, Digital Filter Design Toolkit 7.5, Sound and Vibration Toolkit 4.1 & NI Vision 8.2.1 などのソフトウェアを用いて、目的とする機能をプログラムする。プログラムは、以下の処理ができるものとし、実行形式のファイルにより、広範に使用可能なものとする。

A/D変換器は少なくとも 16bit で入力レンジがプログラムを通じて可変であることとし、USB-based DAQ module with 8 channels of 16-bit analog input, 8 DIO bits: Measurement Computing Corp. USB-1608FS を用いることとする。

加速度ピックアップ・シートセンサー信号コンディショナは、バッテリー駆動が可能なものとする。PCB PIEZOTRONICS Inc. 製の USB から電力を供給できる USB Powered ICP Sensor Signal Conditioner Model 485B36 を用いることとする。

GPS センサーには Race Technology Ltd. DL1 Data Logger を使い、同機のシリアル出力を利用する。

ビデオカメラは USB 接続可能なものを使用する場合は、直接本システムのメモリーに映像ファイルを記録する。また、通常のビデオカメラ使用の場合には、実験室で同期解析できるものとする。

### 結果

以下の写真に示すように、システムの構築を終えた。

GEN 試験結果を現地で、走行ごとに速やかに確認できるので、余分な反復走行を避けることができるようになった。

実作業では、港湾フォークリフトは構内や倉庫地区内を走行するために、GPS センサーでは、実用に耐えるようなフォークリフトの位置や速度データを提供できなかった。

### 考察

今回開発したフォークリフト運転手が曝露される全身振動の測定システムは大幅に性能・利便性の向上をもたらしたが、港湾で運転されるフォークリフトの挙動を把握することには成功しなかった。このこと無しには、実地作業での全身振動の動態を把握し、全身振動軽減策を検討することは難しいので、更なる開発が必要である。

新たに開発したフォークリフト運転手が曝露される全身振動の測定システム



映像と同期して全身振動を解析できるグラフィカルユーザーインターフェースの例



## 7. 考察

### 考察

磁気サス 3D ネット座席による全身振動、並びに振動伝達率を従来の半分以上にするという著明な全身振動軽減効果が、CEN 試験で認められた。このような結果から、産業車両の中でも全身振動が大きいにもかかわらずその対策が難しいといわれていた比較的小型のフォークリフトなどの産業車両においても、磁気サス 3D ネット座席を利用すれば、EU 指令 2002/44/EC の要対策値の達成が可能になったといえる。

なお、実地作業で全身振動に差がなかった原因としては、フォークリフトの運転速度増などが考えられる。このことから、全身振動軽減には、運転座席の改善などの車両対策だけでは容易でないことが伺われた。しかし、CEN 試験で確認された全身振動軽減効果が全く実地作業ではないということは考えがたく、その確認のためにも、実地作業時の測定においても、座面だけでなく座席取り付け部の振動を測定し、振動伝達率を求める必要がある。そのような実地作業調査においては、フォークリフトの挙動を計測されることが望ましいと考えられるので、なお一層の**全身振動の測定システムの開発が必要であろう**。

また、全身振動以外について人間工学的評価が必ずしも良好ではなかった原因としては、本研究に使用した磁気サス 3D ネット座席が鉛直方向の全身振動減衰効果を確認するための試作品であったことが考えられ、今後座面や背もたれの大きさ・形状などのデザイン面についての開発が必要であろう。

## 8. 結論

磁気サス 3D ネット座席が全身振動、並びに振動伝達率の著明な全身振動軽減効果を示したことによりフォークリフトの EU 指令 2002/44/EC の要対策値を達成できる見通しが得られた。

## 自覚症しらべ

No.

氏 名 \_\_\_\_\_ (男・女 \_\_\_\_\_ 歳)

記入日・時刻 \_\_\_\_\_ 月 \_\_\_\_\_ 日 午前・午後 \_\_\_\_\_ 時 \_\_\_\_\_ 分記入 始業直前

いまのあなたの状態についてお聞きします。 つぎのようなことについて、どの程度あてはまりますか。すべての項目について、1「まったくあてはまらない」～ 5「非常によくあてはまる」までの5段階のうち、あてはまる番号1つに○をつけてください。

	まったく あてはまらない	わずかに あてはまる	すこしあてはまる	かなりあてはまる	非常によく あてはまる
1 頭がおもい	1	2	3	4	5
2 いらいらする	1	2	3	4	5
3 目がかたく	1	2	3	4	5
4 気分がわるい	1	2	3	4	5
5 おちつかない気分だ	1	2	3	4	5
6 頭がいたい	1	2	3	4	5
7 目がいたい	1	2	3	4	5
8 肩がこる	1	2	3	4	5
9 頭がぼんやりする	1	2	3	4	5
10 あくびがでる	1	2	3	4	5
11 手や指がいたい	1	2	3	4	5
12 めまいがする	1	2	3	4	5
13 ねむい	1	2	3	4	5
14 やる気がとぼしい	1	2	3	4	5
15 不安な感じがする	1	2	3	4	5
16 ものがぼやける	1	2	3	4	5
17 全身がだるい	1	2	3	4	5
18 ゆうつな気分だ	1	2	3	4	5
19 腕がだるい	1	2	3	4	5
20 考えがまとまりにくい	1	2	3	4	5
21 横になりたい	1	2	3	4	5
22 目につかれる	1	2	3	4	5
23 腰がいたい	1	2	3	4	5
24 目がしょぼつく	1	2	3	4	5
25 足がだるい	1	2	3	4	5

# 疲労部位しらべ

(日本産業疲労研究会産業疲労研究会選定)

現在、あなたの身体各部位で痛みやだるさをどの程度感じていますか？各部位名横の当てはまる番号に○をつけてください。

例 ——— 左上腕 0 1 ② 3

右膝・下腿 ① 1 2 3

0：全く感じない 1：わずかに感じる 2：かなり感じる 3：強く感じる

首 0 1 2 3

左肩 0 1 2 3

背部 0 1 2 3

左上腕 0 1 2 3

左肘・前腕 0 1 2 3

腰部 0 1 2 3

左手・手首 0 1 2 3

左臀部・大腿 0 1 2 3

左膝・下腿 0 1 2 3

左足・足首 0 1 2 3

右肩 0 1 2 3

右上腕 0 1 2 3

右肘・前腕 0 1 2 3

右手・手首 0 1 2 3

右臀部・大腿 0 1 2 3

右膝・下腿 0 1 2 3

右足・足首 0 1 2 3

# フォークリフト乗務員の座席に対する評価調査票

調査御協力のおねがい

全日本港湾労働組合は、フォークリフト作業に多発する腰痛の原因と対策を明らかにし、フォークリフト作業の安全性や快適性の向上をはかるための取り組みを進めています。その一環としての基礎資料を得るために滋賀医科大学予防医学分野の協力を得て新座席の問題点に関する調査を行います。回答欄への記入、該当項目への○印付けをよろしくお願いします。なお、回答者個人の秘密を守るために、回答は滋賀医科大学予防医学分野で保管され、目的以外には使用されません。

2006年12月  
全日本港湾労働組合関西地方阪神支部・滋賀医科大学

事業所名： 日本包装(摩耶)      日本包装(本社)      大洋運輸

氏 名：                      満年齢：              才

身 長：              cm      体 重：              kg

フォークリフト乗務年数                      年              この1週間の平均乗務時間 1日              時間

あなたが新座席を装備したフォークリフトに乗務した時間 今日までの合計              時間

以下の部分では、新座席あるいは従来の座席(旧座席)を装備したフォークリフトの違いについておたずねします。新座席を装備したフォークリフトに乗ったことのある方のみお答えください。

## (1) 運転席の広さについて

### 1. 運転席の足元の空間について

(1. 新座席の方が広い    2. 旧座席の方が広い    3. わからない・どちらともいえない)

### 2. 運転中に、膝や太ももが何かにふれたりしますか。

(1. 新座席の方がふれやすい    2. 旧座席の方がふれやすい    3. わからない・どちらともいえない)

### 3. 天井の高さのゆとりはついて

(1. 新座席の方がゆとりがある    2. 旧座席の方がゆとりがある    3. わからない・どちらともいえない)

## (2) 運転席のシートについて

### 1. 運転シートの、前後方向への調整について

(1. 新座席の方がしやすい    2. 旧座席の方がしやすい    3. わからない・どちらともいえない)

### 2. 運転シートの、上下方向への調整について

(1. 新座席の方がしやすい    2. 旧座席の方がしやすい    3. わからない・どちらともいえない)

### 3. 運転シートの座面は、身体(おしり)に合っていますか。

(1. 新座席の方が合っている    2. 旧座席の方が合っている    3. わからない・どちらともいえない)

### 4. 運転シートの座面の広さについて

(1. 新座席の方が広い    2. 旧座席の方が広い    3. わからない・どちらともいえない)

### 5. 運転シートの「体重」調節について

(1. 新座席の方がしやすい    2. 旧座席の方がしやすい    3. わからない・どちらともいえない)

### 6. 運転シートは、リフトからの振動をうまく吸収しますか。

(1. 新座席の方がよく吸収する    2. 旧座席の方がよく吸収する    3. わからない・どちらともいえない)

### 7. 運転シートの背もたれは、身体に合っていますか。

(1. 新座席の方が合っている    2. 旧座席の方が合っている    3. わからない・どちらともいえない)

### 8. 運転中、背もたれに十分背中をつけて運転していますか。

(1. 新座席の方が    2. 旧座席の方が    3. わからない・どちらともいえない)  
よくつけている      よくつけている

### 9. 運転シートは、カーブや悪路の走行時にもうまく身体を支えますか。

(1. 新座席の方がよく支える    2. 旧座席の方がよく支える    3. わからない・どちらともいえない)

10. 汗をかいた時、シートがベトついて不快なことがありますか。  
(1. 新座席の方がよい 2. 旧座席の方がよい 3. わからない・どちらともいえない)

(3) 運転席の振動について

1. 作業場の路面走行中の運転席の振動は、どうですか。  
(1. 新座席の方が不快 2. 旧座席の方が不快 3. わからない・どちらともいえない)
2. アイドリング中の運転席の振動は、どうですか。  
(1. 新座席の方が不快 2. 旧座席の方が不快 3. わからない・どちらともいえない)
3. 倉庫出入り口継ぎ目を通るときの運転席の振動はどうですか。  
(1. 新座席の方が不快 2. 旧座席の方が不快 3. わからない・どちらともいえない)
4. 振動が激しいとき、メーターの目盛や標識が見づらくなることがありますか。  
(1. 新座席の方がよくある 2. 旧座席の方がよくある 3. わからない・どちらともいえない)
5. 振動が激しいとき、ハンドルやレバー操作など運転がしにくくなることがありますか。  
(1. 新座席の方がよくある 2. 旧座席の方がよくある 3. わからない・どちらともいえない)
6. 振動が激しいとき、足を踏ん張って体を支えることがありますか。  
(1. 新座席の方がよくある 2. 旧座席の方がよくある 3. わからない・どちらともいえない)
7. 走行中の振動について、不快に感じるものから順に番号をつけて下さい。  
新座席 旧座席  
1) 無積載走行 ( ) 1) 無積載走行 ( )  
2) 積載走行 ( ) 2) 積載走行 ( )  
3) その他 ( ) 3) その他 ( )
8. 荷物の「ゆれ」による身体の「ゆれ」具合。  
(1. 新座席の方がゆれる 2. 旧座席の方がゆれる 3. わからない・どちらともいえない )

(4) 疲労・効率・満足について

1. 普段の仕事での身体の疲れ  
(1. 新座席の方が疲れる 2. 旧座席の方が疲れる 3. わからない・どちらともいえない)  
疲れに差がある場合それは身体のどこですか。  
1. 身体全体 2. 目 3. 頸 4. 肩・腕・手指 5. 腰 6. 脚
2. 普段の仕事での神経の疲れ  
(1. 新座席の方が疲れる 2. 旧座席の方が疲れる 3. わからない・どちらともいえない)
3. 普段の仕事の効率  
(1. 新座席の方がよい 2. 旧座席の方がよい 3. わからない・どちらともいえない )
4. 全体としての満足度  
(1. 新座席の方がよい 2. 旧座席の方がよい 3. わからない・どちらともいえない )

- (5) その他に、新座席やフォークリフトについて、気になることや要望事項があれば書いて下さい。

## 文献

- 1) マルク・レビンソン（訳：村井章子）（2007）コンテナ物語、日経 BP 社
- 2) 中務善夫, 水野 洋. 神戸港に於けるフォークリフト労働者の健康障害について. 産業医学 1970; 12: 298-299.
- 3) 水野 洋, 中務善夫. フォークリフト運転労働者の健康障害（その1）. 産業医学 1971; 13: 309-310.
- 4) 水野 洋, 中務善夫. フォークリフト運転労働者の健康障害（その2）. 産業医学 1971; 13: 310-311.
- 5) 渡部真也, 桜井逞二郎, 福地保馬, 若葉金三, 伊藤史子. 災害科学に関する委託研究の実績報告書 1971.
- 6) 週刊労災. 東京：労災保険研究所, 1971（10月22日）; 598: 1-1.
- 7) 労働省. 業務上腰痛の認定基準等について【昭和51年10月16日 基発第750号】
- 8) 神戸港フォークリフト病対策委員会, フォークリフト病, 1978: 1-44.
- 9) 中田実, 西山勝夫. 海上コンテナトラクター運転労働と腰痛—全身振動曝露との関連の検討. 産業医学 1986; 28, 341-351.
- 10) 中田実. 海上コンテナトラクター運転労働と腰痛—問診と検診所見からみた腰痛像の検討. 産業医学 1987; 29, 279-291.
- 11) 中田実, 西山勝夫. 海上コンテナトラクター運転労働と腰痛—腰痛等の発症の人間工学的要因の検討. 産業医学 1988; 30, 28-45.
- 12) Nakata, M., Nishiyama, K. & Watanabe, S. The low-back pain prevailing among the freight-container tractor in Japan. Musculoskeletal disorders at work, Proceedings of a conference held at the University of Surrey, Guildford, United Kingdom, 13-15 April, 1987, ed. Buckle, P., Taylor & Francis, 1987; 221-226.
- 13) 全港湾関西労災職業病闘争報告集 第12集, 1985.
- 14) 全日本港湾労働組合関西地方阪神支部. 海上コンテナ・ドライバー職業病の原因調査と対策. 1-188, 1989.
- 15) Nishiyama K, Taoda K, Kitahara T. A field study of freight-container tractor drivers' whole-body vibration and low back pain. International Conference on whole-body Vibration Injuries, 3-4, 1997.
- 16) Nishiyama K, Taoda K, Kitahara T. A decade improvement in the whole-body vibration and low back pain for freight-container tractor drivers. Japan Informal Group on Human Response to Vibration, 1997.
- 17) Nishiyama K, Taoda K, Kitahara T. A decade of improvement in whole-body vibration and low-back pain for freight container tractor drivers. Journal of Sound and Vibration, 1998; 215(4), 635-642.
- 18) 中村賢治, 埴田和史, 西山勝夫. 海上コンテナトラクターの人間工学的改善と運転手



の腰痛. 2003/4/?, 山口. 産衛誌 (第 76 回日本産業衛生学会講演集) 45, 704, 2003.

19) Nishiyama K, Tsujimura H, Taoda K, Fujita K (2006) Seventeen year's follow-up study on low back pain of the freight-container tractor drivers and its association with the reduction of whole-body vibration exposure and other ergonomic improvement, 28th International Congress of Occupational Health, Milan, Italy, June 11-16 : 108.

20) Nishiyama K, Taoda K, Tsujimura H (2006) Two decades follow-up study on low back pain of the freight-container tractor drivers and its association with the reduction of whole-body vibration exposure and other ergonomic conditions, 14th Japan Conference on Human Response to Vibration 2006, Tokyo, August 2 to 4 : 52-61.

21) Brendstrup T, Biering-Sorensen F. Effect of fork-lift truck driving on low-back trouble. Scand J Work Environ Health 1987; 13: 445-452.

23) Donati P, Boulanger P. Fork-lift trucks: Elaboration of a laboratory method for evaluating seat vibration isolating efficiency. Paper to Anglo-French Vibration meeting and UK Informal Group Meeting on Human Response to Vibration 1991.

24) Boshuizen HC, Bongers PM, Hulshof CTJ. Self-reported back pain in fork-lift truck and freight-container tractor drivers exposed to whole-body vibration. Spine 1992; 17: 59-65.

25) Donati P. Safety of industrial trucks -Test methods for measuring vibration. Transparencies presented during the 10th meeting of CEN/TC 150/WG 8, 1998.

26) Donati P, Patel JA. Subjective assessment of fork-lift truck seats under laboratory conditions. Appl Ergonomics 1999; 30: 295-309.

27) Johanning E. Evaluation and management of occupational low back disorders. Am J Ind Med 2000; 37: 94-111.

28) Bovenzi M, Hulshof CTJ. An update review of epidemiologic studies on the relationship between exposure to whole-body vibration and low back pain. J Sound and Vibration 1998; 215: 595-611.

29) Lings S, Leboeuf-yde C. Whole-body vibration and low back pain: a systematic, critical review of the epidemiological literature 1992-1999. Int Arch Occup Environ Health 2000; 73: 290-297.

30) Wilder DG. The biomechanics of vibration and low back pain. Am J Ind Med 1993; 23: 577-588.

31) Pope MH, Magnusson M, Wilder DG. Kappa Delta Award. Low back pain and whole body vibration. Clin Orthop 1998; 354: 241-248.

32) Pope MH, Wilder DG, Magnusson M. A review of studies on seated whole body vibration and low back pain. Proc Inst Mech Eng [H] 1999; 213: 435-446.

33) Nishiyama K, Taoda K, Kitahara T. Whole-body vibration of forklift truck drivers in dockyards. 6th Japan Group Meeting on Human Response to vibration, 35-45, Yokohama, 1998.

- 34) 西山勝夫, 埤田和史, 北原照代. 阪神地区港湾フォークリフト乗務員の全身振動曝露と腰痛. 産衛誌 (第 72 回日本産業衛生学会講演集) 41, 479, 1999.
- 35) 辻村裕次, 西山勝夫, 埤田和史. 港湾フォークリフト全身振動の CEN 規格案による検討. 産衛誌 (第 72 回日本産業衛生学会講演集) 41, 480, 1999.
- 36) Taoda K, Tsujimura H, Nishiyama K. The measuring system of whole-body vibration developed for dockyards' forklift truck drivers. 7th Japan Group Meeting on Human Response to Vibration, 39-46, 1999/7/14-16, 和歌山.
- 37) 辻村裕次, 埤田和史, 富岡公子, 西山勝夫. フォークリフト運転者の曝露全身振動と作業状況計測システム. 1999/11/13, 奈良教育大学. 第 39 回近畿産業衛生学会講演集, 47, 1999. 産業衛生学雑誌 42(2), 68, 2000.
- 38) 辻村裕次, 埤田和史, 富岡公子, 西山勝夫. フォークリフト運転者の全身振動と作業状況計測システム 平成 11 年度日本人間工学会関西支部大会講演論文集, 1999/12/4. 大阪大学人間工学部 187-188, 1999.
- 39) 全日本港湾労働組合関西地方本部労災職業病対策委員会. 全港湾関西地方における労災・職業病報告集 第 27 集, 2000 年 2 月 20 日.
- 40) 辻村裕次, 埤田和史, 北原照代, 西山勝夫. フォークリフトと運転環境の全身振動に関する評価. 2000/4, 北九州. 産衛誌 (第 73 回日本産業衛生学会講演集) 42, 311, 2000.
- 41) 埤田和史, 辻村裕次, 北原照代, 西山勝夫, 北川進. フォークリフト回転座席の身体負担評価. 日本人間工学会第 41 会大会講演集, 306-307, 2000.
- 42) Tsujimura H, Taoda K, Kitahara T, Nishiyama K. Evaluation of forklifts and working environment on whole-body vibration. 8th Japan Group Meeting on Human Response to Vibration, 49-54, 2000/8, 沖縄.
- 43) Tsujimura H, Taoda K, Tomioka K, Kitahara T, Nishiyama K. The measuring system of whole-body vibration and driving condition developed for counterbalance truck drivers. 26th International Congress on Occupational Health, Singapore, Scientific Programme and Abstracts, 704, 2000/8, Singapore.
- 44) Tsujimura H, Taoda K, Kitahara T, Nishiyama K. Evaluation of forklifts and working environment on whole-body vibration. Paper presented at the 2nd International Conference on Whole-body Vibration Injuries, 69-72, 2000/9/?, Shiena, Italy.
- 45) 西山勝夫, 辻村裕次, 北原照代, 富岡公子, 埤田和史. フォークリフト運転座席の全身振動低減に関する評価. 産衛誌 (第 74 回日本産業衛生学会講演集) 43, 407, 2001.
- 46) 辻村裕次, 埤田和史, 北原照代, 西山勝夫. 全身振動に関するフォークリフト改良のための評価と提言. 2001/9/5, 網走, 日本人間工学会第 42 会大会講演集, 308-309, 2001.
- 47) Tsujimura H, Taoda K, Kitahara T, Nishiyama K. Evaluation of forklift trucks on whole-body vibration and proposal for the improvement. 9th Japan Group Meeting on Human Response to Vibration, 136-149, 2001/8, 水戸.
- 48) 辻村裕次, 埤田和史, 北原照代, 富岡公子, 西山勝夫. フォークリフト座席の全身振動に関する評価と対策. 京都, 2001/11, 第 41 回近畿産業衛生学会講演集, 47, 2001. 産

- 49) 西山勝夫, 辻村裕次, 北原照代, 埤田和史. フォークリフト乗務中の全身振動の軽減策. 第41回日本労働衛生工学会抄録集, 56-57, 神戸, 2001.
- 50) 埤田和史, 辻村裕次, 北原照代, 西山勝夫. 回転座席使用によるフォークリフト運転者の身体負担軽減効果の検討. 産業衛生学雑誌 44(5), 180-187, 2002.
- 51) Tsujimura H, Taoda K, Kitahara T, Tomioka K, Nishiyama K. Study on whole-body vibration exposure during normal use of forklift trucks 10th Japan Group Meeting on Human Response to Vibration, 161-167, 2002/8/8, 宇部.
- 52) Nishiyama K, Taoda K, Tsujimura H, Tomioka K, Kitahara T. Difference of prevalence of subjective symptoms between forklift truck drivers and clerical workers in dockyards and the WBV-relatedness. 10th Japan Group Meeting on Human Response to Vibration, 168-178, 2002/8/8, 宇部.
- 53) Nishiyama K, Taoda K, Tsujimura H, Tomioka K, Kitahara T. Prevalence of subjective symptoms of forklift truck operators in dockyards and the WBV-relatedness. 27th International congress on occupational health-ICOH 2003, February 23-28, 2003/2/?, Iguassu, Brazil.
- 54) Nishiyama K, Tsujimura H, Taoda K, Kitahara T. Evaluation of whole-body vibration of forklift truck drivers during the daily operation. 11th Japan Group Meeting on Human Response to Vibration, 46-51, 2003/7/24, 旭川.
- 55) 西山勝夫, 埤田和史, 北原照代, 辻村裕次, 富岡公子. 港湾フォークリフト乗務員の健康状況—事務労働者と比較して. 2004/4/?, 神戸. 産衛誌(第75回日本産業衛生学会講演集) 44, 276, 2004.
- 56) 辻村裕次, 埤田和史, 北原照代, 富岡公子, 西山勝夫. フォークリフト運転作業中の曝露全身振動. 2004/4/?, 神戸. 産衛誌(第75回日本産業衛生学会講演集) 44, 277, 2004.
- 57) <http://www.acroba.net/>
- 58) European Committee for Standardization. Mechanical vibration -Testing of mobile machinery in order to determine the whole-body vibration emission value- General. European Standard EN 1032, 1996.
- 59) European Committee for Standardization. Mechanical vibration -Testing of mobile machinery in order to determine the whole-body vibration emission value- General. Amendment 1. European Standard EN 1032/A1, 1998.
- 60) European Committee for Standardization. Safety of industrial trucks -Test methods for measuring vibration. Draft European Standard prEN 13059, 1999.
- 61) European Committee for Standardization. Safety of industrial trucks -Test methods for measuring vibration. European Standard EN 13059, 2002.
- 62) 辻村裕次, 埤田和史, 西山勝夫 (2005) 全身振動低減のための港湾フォークリフトの評価、産業衛生学雑誌 47 : 55-66.
- 63) The European Parliament and the Council of the European Union. On the minimum

health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (vibration). Directive 2002/44/EC; Official Journal of the European Communities, 6 July 2002; L177/13-19.

64) 作山寛、小島重行、藤田悦則、金子成彦、榎園正人、西山勝夫（2006）磁気ばねと磁気ダンパを用いたサスペンションシートに関する研究、2006 年度年次大会講演集、日本機械学会、熊本、9 月 18－22 日：36-37.

65) 特許願 磁気ばねと磁気ダンパを用いたサスペンションシート、整理番号 P209300、発明者：藤田悦則、作山寛、提出日：2006 年 11 月 20 日.

## Ⅲ. 研究発表

## 主としてフォークリフト運転手の全身振動に関する研究発表

- Nishiyama K, Tsujimura H, Taoda K (2005) Subjective symptoms among forklift truck drivers and the WBV-relatedness, 3rd International Conference on WBV Injuries, Nancy, France, June 7-9: 21-22. 1
- 西山勝夫、辻村裕次、埴田和史 (2006) フォークリフト運転手のリスクファクターに関する質問紙調査結果、産業衛生学雑誌 48: 37. .... 11
- 西山勝夫、辻村裕次、埴田和史 (2005) フォークリフトの人間工学的要因とオペレータの健康との関連について、平成 17 年度人間工学会関西支部大会講演論文集、滋賀、12 月 3 日: 157-160. .... 12
- 辻村裕次、埴田和史、西山勝夫 (2005) 全身振動低減のための港湾フォークリフトの評価、産業衛生学雑誌 47: 55-66. .... 16
- 辻村裕次、埴田和史、西山勝夫 (2006) 港湾フォークリフトの作業・走行別全身振動、産業衛生学雑誌 48: 37. .... 28
- 辻村裕次、埴田和史、西山勝夫 (2006) 港湾におけるフォークリフト運転手の全身振動暴露—日本の曝露実態と EN 13059 を用いた評価—、産業衛生学雑誌 48: 157-168. ... 29
- 作山寛、小島重行、藤田悦則、金子成彦、榎園正人、西山勝夫 (2006) 磁気ばねと磁気ダンパを用いたサスペンションシートに関する研究、2006 年度年次大会講演集、日本機械学会、熊本、9 月 18-22 日: 36-37. .... 41
- 辻村裕次、埴田和史、西山勝夫 (2006) 磁気サスペンション座席搭載のフォークリフトの全身振動、第 46 回近畿産業衛生学会抄録集、和歌山、11 月 18 日: 27. .... 44
- 辻村 裕次、埴田 和史、西山 勝夫 (2007) 磁気サスペンション・立体編物座席搭載フォークリフトの全身振動実地調査、第 80 回日本産業衛生学会講演集、大阪、4 月 24-26 日、産業衛生学会誌 49 臨時増刊号: 394. .... 45
- 特許願 磁気ばねと磁気ダンパを用いたサスペンションシート、整理番号 P209300、発明者: 藤田悦則、作山寛、提出日: 2006 年 11 月 20 日. .... 47

## フォークリフト以外の全身振動に関する研究

- 金岡智博、辻村裕次、埴田和史、西山勝夫 (2005) 農業用トラクターにおける全身振動の評価、第 78 回日本産業衛生学会講演集、東京、4 月 20-23 日、産業衛生学会誌 47 臨時増刊号: 520. .... 74
- 浅井愛、岩佐磨佐紀、緒方愛衣、玄茉莉、佐藤克彦、水野文、渡辺慶明 (2005) 港湾労働者における全身振動曝露実態、2005 年度社会医学フィールド実習報告. .... 75
- 西山勝夫、埴田和史、辻村裕次、浅井愛、岩佐磨佐紀、緒方愛衣、玄茉莉、佐藤克彦、水野文、渡辺慶明 (2006) 阪神地区港湾労働者の全身振動曝露実態、第 79 回日本産業衛生学会講演集、仙台、5 月 9-12 日、産業衛生学会誌 48 臨時増刊号: 383. .... 79
- Nishiyama K, Tsujimura H, Taoda K, Fujita K (2006) Seventeen year's follow-up study on low back pain of the freight-container tractor drivers and its association with the reduction of whole-body vibration exposure and other ergonomic improvement, 28th International Congress of Occupational Health, Milan, Italy, June 11-16: 108. .... 80

Nishiyama K, Taoda K, Tsujimura H (2006) Two decades follow-up study on low back pain of the freight-container tractor drivers and its association with the reduction of whole-body vibration exposure and other ergonomic conditions, 14th Japan Conference on Human Response to Vibration 2006, Tokyo, August 2 to 4: 52-61. .....	91
西山勝夫 (2005) 全身振動の生体影響研究の進歩と許容基準改訂の課題 労働科学 81: 72-84. ....	102
西山勝夫 (2007) 、全身振動に関する許容基準案について、日本産業衛生学会振動障害研究会、大阪、4月25日。 ....	115
西山勝夫 (2005) 第3回国際全身振動学会報告、働くもののいのちと健康を守る全国センター 全国センター通信 73: 7. ....	117
西山勝夫 (2007) 腰痛の労働関連性について、労働と健康 33(2) : 41-43. ....	119
西山勝夫 (2007) VIBRISK の全身振動健康サーベイランスに関するガイドラインと質問票およびMRC の健康と振動に関する全国調査の邦訳版、日本産業衛生学会振動障害研究会、大阪、4月25日。 ....	122
西山勝夫 (2007) MRC の健康と振動に関する全国的調査票の邦訳版、日本産業衛生学会振動障害研究会、大阪、4月25日。 ....	150
全日本港湾労働組合関西地方阪神支部安全衛生委員会 (2007) 人間工学に基づいたフォークリフト改善について、第21回定期総会議案書 10月27日: 57-59. ....	160
全日本港湾労働組合関西地方本部労災職業病対策委員会 (2007) フォークリフトの人間工学的調査と改善闘争、全港湾関西地方における労災職業病闘争報告集、第34集: 64-67. ....	164
中山寛治郎 (2007) 全港湾阪神支部の「予防闘争」の取り組みについて、労働と健康 33(2) : 8-11. ....	168