

平成29年度厚生労働省
老人保健事業推進費等補助金
(老人保健健康増進等事業分)

先進的な情報技術を活用した、要介護認定の認定調査及び
認定審査に関する試行的な取組に関する調査研究事業

報 告 書

平成30(2017)年3月
株式会社 三菱総合研究所

目次

I. 本調査研究の概要.....	1
1. 調査研究の背景と目的.....	1
(1) 要介護認定に係る制度の概要.....	1
(2) 要介護認定の流れ.....	2
(3) 要介護認定調査(心身の状況に関する調査)について.....	2
(4) 要介護認定調査(心身の状況に関する調査)の課題.....	3
(5) 本調査研究の目的.....	4
2. 調査研究の実施方法.....	5
3. 調査研究の実施体制.....	6
4. 検討委員会の開催.....	6
II. 調査研究の方法について.....	7
1. センサーによる要介護認定調査(基本調査)の項目の計測可能性の検討.....	7
(1) 要介護認定における基本調査の項目.....	7
(2) 計測項目の選定.....	9
2. データの計測に利用するセンサーの選定.....	14
3. センサーによる要介護認定調査(基本調査)の項目の計測方法.....	16
(1) センサーの装着.....	16
(2) 計測対象とする動作.....	16
(3) センサーの設定.....	17
(4) センサーアプリの操作.....	18
III. データの計測.....	19
1. 学習用データの計測.....	19
(1) 学習用データ計測の手順.....	19
(2) 学習用データ計測の動作内容と指示のパターン.....	20
(3) 指示シート.....	23
(4) 認定調査員による判定.....	24
2. 評価用データの計測.....	25
(1) 被験者リクルート.....	25
(2) 評価用データ計測の手順.....	27

3. センサーによる計測結果の出力	29
(1) センサーにより取得可能なデータ項目.....	29
(2) データの出力.....	32
IV. 計測結果	33
1. センサーデータの分析方法	33
(1) 上肢に関するZ軸での回転.....	33
(2) 立上り、立位保持における腰の位置変動.....	34
2. 各動作に関するセンサーデータの分析結果	35
(1) 前方に拳上した場合の右腕センサーの分析結果(Action1).....	35
(2) 横方向に拳上した場合の右腕センサーの分析結果(Action2).....	42
(3) 前方に拳上した場合の左腕のセンサーの分析結果(Action3).....	49
(4) 横方向に拳上した場合の左腕のセンサーの分析結果(Action4).....	53
(5) 前方に拳上した場合の右足のセンサーの分析結果(Action5).....	57
(6) 前方に拳上した場合の左足のセンサーの分析結果(Action6).....	63
(7) 立上り動作をした場合の腰センサーの分析結果(Action7).....	66
(8) 立位保持をした場合の左足のセンサーの分析結果(Action8).....	72
V. センサーによる要介護認定調査(基本調査)の項目の計測可能性の評価と今後の課題	79
1. 本調査における計測に関する評価	79
(1) センサーによる要介護認定調査(基本調査)の項目の計測の可能性.....	79
(2) センサーの取付負担.....	79
2. 今後の課題	80
(1) センサーの取付方法および取得可能データの分析方法.....	80
(2) 測定対象者.....	81

I. 本調査研究の概要

1. 調査研究の背景と目的

(1) 要介護認定に係る制度の概要

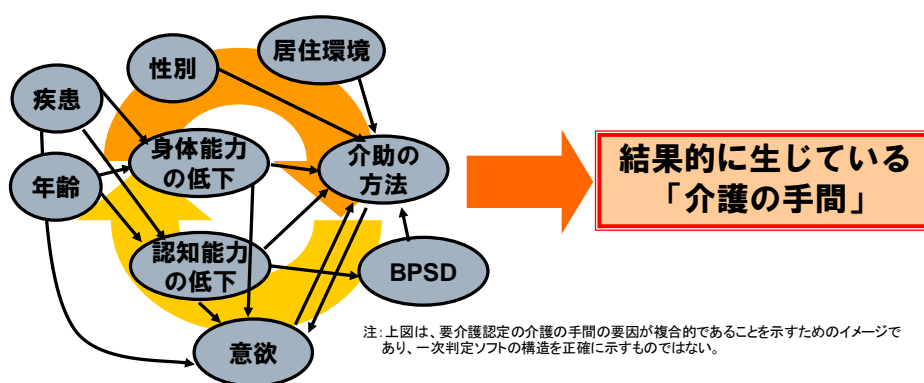
介護保険制度における要介護認定の概要は以下のように定められている。

- 介護保険制度では、寝たきりや認知症等で常時介護を必要とする状態（要介護状態）になった場合や、家事や身支度等の日常生活に支援が必要であり、特に介護予防サービスが効果的な状態（要支援状態）になった場合に、介護サービスを受けることができます。
- この要介護状態や要支援状態にあるかどうか、その中でどの程度かの判定を行うのが要介護認定（要支援認定を含む。以下同じ）であり、保険者である市町村に設置される介護認定審査会において判定されます。
- 要介護認定は介護サービスの給付額に結びつくことから、その基準については全国一律に客観的に定められています。

出所) 厚生労働省ホームページ (<http://www.mhlw.go.jp/topics/kaigo/nintei/gaiyo1.html>) より作成

また、要介護認定によって判定される要介護度については以下のように定められている。

- 要介護認定は、「心身の重篤さ」や「能力」ではなく、「介護の手間（時間）」をものさしとした評価指標です。
- 「介護の手間」は様々な心身及び生活上の影響因子（環境なども含む）の組み合わせから、結果的に生じているものです。



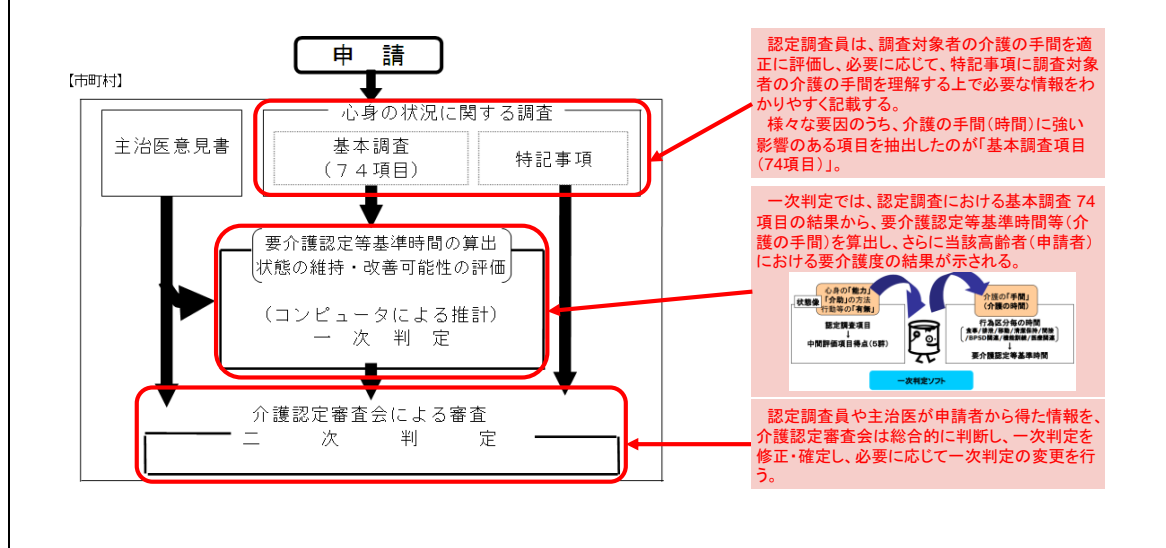
出所) 認定調査員能力向上研修会資料（平成 28 年度）「認定調査の基本的な考え方」¹より作成

¹ http://www.nintei.net/2_1ksksr.html

(2) 要介護認定の流れ

要介護認定の流れは、以下のようになっており、本調査研究では特に「心身状況に関する調査」を対象として調査研究を行っている。

- 市町村の認定調査員（指定居宅介護支援事業者等に委託可能）による心身の状況調査（認定調査）及び主治医意見書に基づくコンピュータ判定（一次判定）が行われます。
- 保健・医療・福祉の学識経験者により構成される介護認定審査会により、一次判定結果、主治医意見書等に基づき審査判定（二次判定）が行われます。



出所) 厚生労働省ホームページ (<http://www.mhlw.go.jp/topics/kaigo/nintei/gaiyo1.html>)、
認定調査員能力向上研修会資料（平成28年度）「認定調査の基本的な考え方」、
「要介護認定 認定調査員テキスト2009」より作成

(3) 要介護認定調査（心身の状況に関する調査）について

要介護認定調査については、以下のように整理がなされている。

- 介護の手間に与える因子は数多くあることから、それらすべてを網羅し、その組み合わせを人間の目だけで評価することは困難です。様々な要因のうち、介護の手間（時間）に強い影響のある項目を抽出したのが「基本調査項目（74項目）」です。
- 基本的には、「目に見える」、「確認し得る」という事実によって、調査を行うことが原則とされています。
- 基本調査項目の評価軸には「能力」「介助の方法」「有無」という3つの評価軸があります。

	能力	介助の方法	有無
主な調査項目	身体能力 <small>(第1群を中心に10項目)</small> 認知能力 <small>(第3群を中心に8項目)</small>	生活機能 <small>(第2群を中心に12項目)</small> 社会生活への適応 <small>(第5群を中心に4項目)</small>	麻痺等・拘縮 <small>(第1群の9部位)</small> BPSD関連 <small>(第4群を中心に18項目)</small>
選択肢の特徴	「できる」「できない」の表現が含まれる	「介助」の表現が含まれる	「ない」「ある」の表現が含まれる
基本調査の選択基準	試行による本人の能力の評価	介護者の介助状況(適切な介助)	行動の発生頻度に基づき選択(BPSD)※
特記事項	日頃の状況 選択根拠・試行結果 (特に判断に迷う場合)	介護の時間と頻度 (介助の量を把握できる記述)	介護の時間と頻度 (BPSD)※
留意点	実際に行ってもらった状況と日頃の状況が異なる場合 「日頃の状況」の意味にも留意する	「実際に行われている介助が不適切な場合」	選択と特記事項の基準が異なる点に留意 定義以外で時間のかかる類似の行動等がある場合 (BPSD)※

※麻痺等・拘縮は能力と同じ

出所) 認定調査員能力向上研修会資料(平成28年度)「認定調査の基本的な考え方」より作成

(4) 要介護認定調査(心身の状況に関する調査)の課題

要介護認定の認定調査については、先行研究において、次のような課題が指摘されている。

- ◇ 要介護認定の認定調査については、制度発足当初より地域間格差が発生していることが指摘されており、この解消は制度の公平性を担保するものとして重要な課題となっている。
- ◇ 認定調査項目の中では、「1-1 麻痺等の有無(下肢)」「3-4 短期記憶」において選択率の地域間格差が大きいことが、厚生労働省の調査(業務分析データ等)で明らかになっている。

例えば、「下肢麻痺の調査方法・判断基準の状況」については、

- ◇ 下肢の「挙上角度」について水平を基準とする自治体のみられた。
- ◇ 「静止した状態で保持できるか」の確認については、数秒間の保持を判断基準とする自治体や、静止した状態での下肢の震えなどを総合的に考慮し、「麻痺あり」と判断している自治体もみられた。
- ◇ 確認動作については、椅子にもたれている場合に「麻痺あり」と判断したり、椅子にもたれないような姿勢で実施している自治体があった。

出所) 平成27年度 老人保健推進費等補助金 老人保健健康増進等事業

「要介護認定における主治医意見書の実態把握と地域差の要因分析に関する調査研究事業」

(三菱UFJリサーチ&コンサルティング)

また、選択率の違いの要因として、特に「挙上角度」「静止状態」に関する判断が影響している可能性について示唆されている。

図表 1 調査方法・判断基準に関する要因（仮説）

■下肢麻痺

想定される要因	選択率への影響（仮説）
下肢の「 挙上角度 」に関する判断基準	下肢の挙上については、軽度の可動域制限がある場合は、関節の動く範囲で行うことになっているが、「水平位置までの挙上」を厳密に判断している場合には、下肢麻痺「あり」の選択率が高くなる可能性がある。
下肢の静止状態の「 保持時間 」に関する判断基準	挙上した下肢を静止した状態で保持できるかの判断については、秒数や状態等の規定はないが、自治体で独自の基準が設けられている場合、選択率に影響を与える可能性がある。
「 静止状態 」を保持できていると判断する基準	
「 確認動作 」の実施方法	確認動作の実施方法については、椅子で試行する場合は「大腿部が椅子から離れないこと」、仰向けで試行する場合は「枕等から大腿部が離れないこと」が条件となっているが、その他に確認動作の実施方法（背中との角度やいすの高さ等）について、自治体で独自の基準が設けられている場合、選択率に影響を与える可能性がある。
他の調査項目との「 連動選択 」	全ての調査項目は、それぞれの定義に従って調査することとなっているが、例えば、『1-7歩行』で『できない』を選択する場合には、下肢麻痺を、必ず『あり』と判断する／『あり』と判断することがある」等、他の調査項目と連動して選択を行っている場合、選択率に影響を与える可能性がある。
「 日頃の状況 」の聞き取りにおける判断基準	日頃の状況の聞き取りにおいて、自治体で独自の判断基準が設けられている場合、選択率に影響を与える可能性がある。

出所）平成 27 年度 老人保健推進費等補助金 老人保健健康増進等事業

「要介護認定における主治医意見書の実態把握と地域差の要因分析に関する調査研究事業」

（三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング）

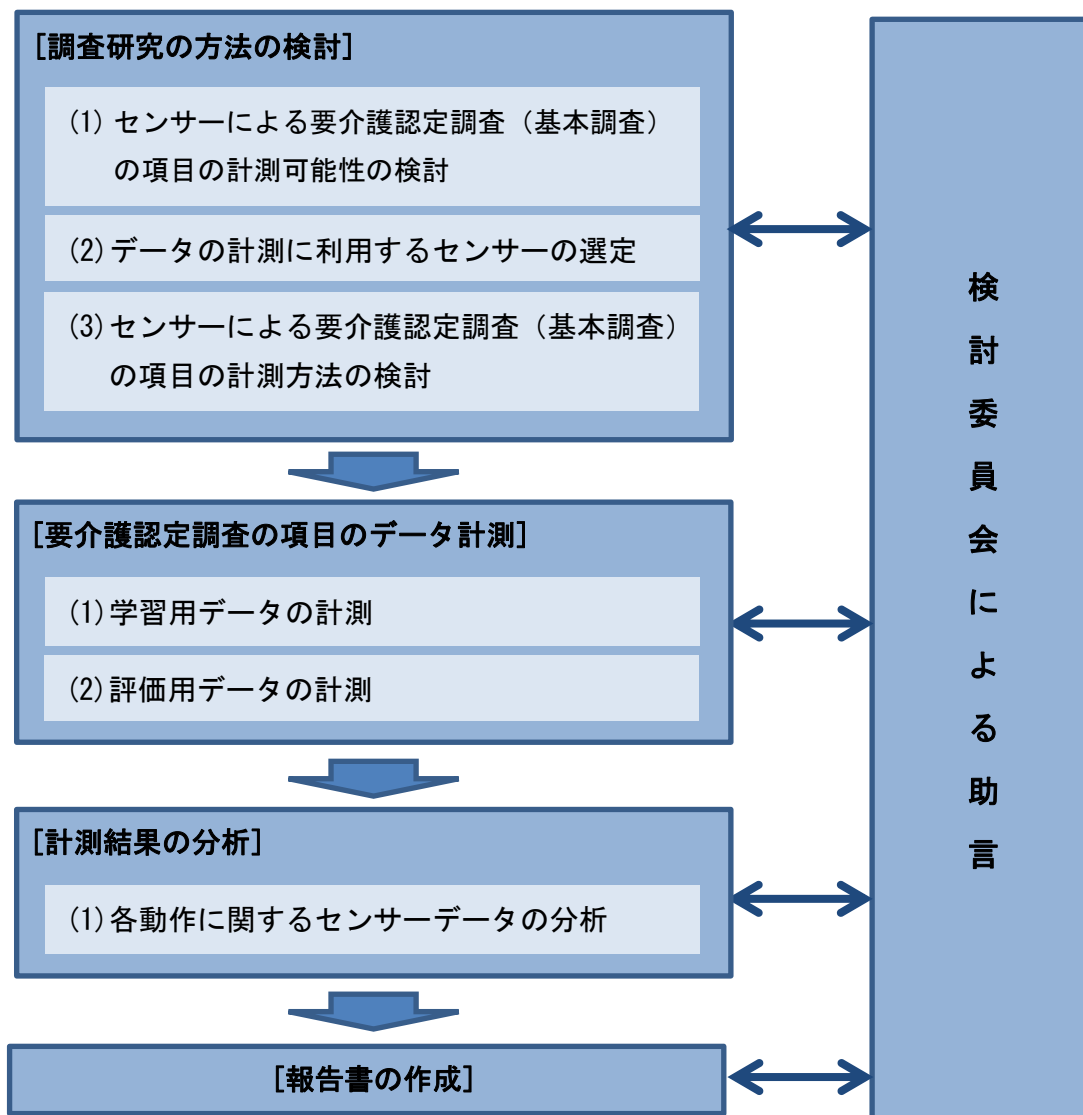
(5) 本調査研究の目的

本調査研究では、「要介護認定調査の省力化・精緻化を対象としたシステムの検討」として、基本調査項目におけるセンサーを活用した測定の可能性を検討した。

具体的には、要介護認定の基本調査 74 項目のうち、センサーによる検出が可能と考えられる項目について、認定調査員の判断が数値データに置き換えるとどのように可視化できるのか、また、センサーが計測する数値データから判断を再現するためにはどのような測定方法が必要になるかについて検討することを目的として実施した。

2. 調査研究の実施方法

本調査研究は以下のフローに従って実施した。



3. 調査研究の実施体制

本調査研究の実施に際して、有識者から構成する検討委員会を設置した。検討委員会の委員は以下の3名で、計2回開催した。

委員名（敬称略）	所属
岩名 礼介	三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社 政策研究事業本部 社会政策部長 上席主任研究員
藤原 幸一	京都大学大学院 情報学研究科 システム科学専攻 ヒューマンシステム論分野 助教
矢入 健久	東京大学大学院 工学系研究科 航空宇宙工学専攻 准教授

4. 検討委員会の開催

検討委員会の開催概要は以下のとおりである。

	開催日時	主な議事
第1回	2017年11月9日 15:00～17:00	① 調査研究概要の説明 ② 先進情報技術を活用した要介護認定の認定調査項目 ③ 認定調査に利用可能デバイスと認定調査項目に対するデータ取得方法 ④ センサーによる計測データ取得実施計画
第2回	2018年3月29日 10:00～12:00	① センサーによる計測データ取得の実施に関する説明 ② センサーによる計測データの説明 ③ センサーにより取得した計測データの分析

II. 調査研究の方法について

1. センサーによる要介護認定調査(基本調査)の項目の計測可能性の検討

(1) 要介護認定における基本調査の項目

要介護認定の基本調査の項目は 74 の項目で構成されている。これらの項目は、「能力」、「介助の方法」、「障害や現象(行動)の有無」の 3 つの評価軸が設けられており、さらに「高齢者の生活にどのような影響を与えているか」という観点で 5 つに分類されている。

① 評価軸

高齢者の状態を把握するための調査項目として設けられているものであり、以下の 3 つに分類されている。

図表 2 要介護認定における 3 つの評価軸

能力	<ul style="list-style-type: none">● 基本的な動作や起居に関する能力、認知機能の程度に関する評価● 全部で 18 項目あり、寝返り、起き上がり、座位保持、両足での立位保持、歩行、立ち上がり、片足での立位、視力、聴力、嚥下、意思の伝達、毎日の日課を理解、生年月日や年齢を言う、短期記憶、自分の名前を言う、今の季節を理解する、場所の理解、日常の意思決定が対象
介助の方法	<ul style="list-style-type: none">● 生活を営む上でどのような介助が提供されているかに関する評価● 全部で 16 項目あり、洗身、爪きり、移乗、移動、食事摂取、排尿、排便、口腔清潔、洗顔、整髪、上衣の着脱、ズボン等の着脱、薬の内服、金銭の管理、買い物、簡単な調理が対象
障害や現象 (行動)	<ul style="list-style-type: none">● 障害や現象(行動)の有無に関する評価● 全部で 21 項目あり、麻痺等の有無(左上肢、右上肢、左下肢、右下肢、その他)、拘縮の有無(肩関節、股関節、膝関節、その他)、外出頻度、徘徊、外出すると戻れない、物を盗られたなどと被害的になる、作話、泣いたり笑ったりして感情が不安定になる、昼夜の逆転がある、しつこく同じ話をする、大声をだす、介護に抵抗する、家に帰る等と言い落ち着きがない、一人で外に出たがり目が離せない、色々な物を集めたり無断でもってくる、物を壊したり衣類を破いたりする、ひどい物忘れ、意味もなく独り言や独り笑いをする、自分勝手に行動する、話がまとまらず会話にならない、集団への不適応

出所：厚生労働省「要介護認定 認定調査員テキスト 2009 改訂版平成 27 年 4 月」より作成

② 調査内容

上記の項目が高齢者の生活にどのような影響を与えているかを体系的に理解できるように、評価軸とは別に5つの調査項目に分類されている。5つの調査項目は生活への観点から分類されており、①ADL（生活機能）・起居動作に関する項目、②認知機能に関する項目、③行動に関する項目、④社会生活に関する項目、⑤医療に関する項目に分けられる。

図表 3 基本調査項目と評価軸、調査内容の対応

		評価軸			調査内容				
		①能力	②介助	③有無	①ADL・起居動作	②認知	③行動	④社会生活	⑤医療
身体機能・起居動作	「1-1 麻痺(5)」			○	○				
	「1-2 拘縮(4)」			○	○				
	「1-3 寝返り」	○			○				
	「1-4 起き上がり」	○			○				
	「1-5 座位保持」	○			○				
	「1-6 両足での立位」	○			○				
	「1-7 歩行」	○			○				
	「1-8 立ち上がり」	○			○				
	「1-9 片足での立位」	○			○				
	「1-10 洗身」		○		○				
	「1-11 つめ切り」		○		○				
	「1-12 視力」	○			○				
	「1-13 聴力」	○			○				
生活機能	「2-1 移乗」		○		○				
	「2-2 移動」		○		○				
	「2-3 えん下」	○			○				
	「2-4 食事摂取」		○		○				
	「2-5 排尿」		○		○				
	「2-6 排便」		○		○				
	「2-7 口腔清潔」		○		○				
	「2-8 洗顔」		○		○				
	「2-9 整髪」		○		○				
	「2-10 上衣の着脱」		○		○				
	「2-11 スポン等の着脱」		○		○				
	「2-12 外出頻度」			○				○	
認知機能	「3-1 意思の伝達」	○				○			
	「3-2 毎日の日課を理解」	○				○			
	「3-3 生年月日をいう」	○				○			
	「3-4 短期記憶」	○				○			
	「3-5 自分の名前をいう」	○				○			
	「3-6 今の季節を理解」	○				○			
	「3-7 場所の理解」	○				○			
	「3-8 徘徊」			○		○			
	「3-9 外出して戻れない」			○		○			
精神・行動障害	「4-1 被害的」			○			○		
	「4-2 作話」			○			○		
	「4-3 感情が不安定」			○			○		
	「4-4 昼夜逆転」			○			○		
	「4-5 同じ話をする」			○			○		
	「4-6 大声を出す」			○			○		
	「4-7 介護に抵抗」			○			○		
	「4-8 落ち着きなし」			○			○		
	「4-9 一人で出たがる」			○			○		
	「4-10 収集癖」			○			○		
	「4-11 物や衣類を壊す」			○			○		
	「4-12 ひどい物忘れ」			○			○		
	「4-13 独り言・独り笑い」			○			○		
	「4-14 自分勝手に行動する」			○			○		
	「4-15 話がまとまらない」			○			○		
社会生活への適応	「5-1 薬の内服」		○					○	
	「5-2 金銭の管理」		○					○	
	「5-3 日常の意思決定」	○				○			
	「5-4 集団への不適応」			○			○		
	「5-5 買い物」		○					○	
	「5-6 簡単な調理」		○					○	
その他	「特別な医療について(12)」			○					○

出所：厚生労働省「要介護認定 認定調査員テキスト 2009 改訂版平成 27 年 4 月」

(2) 計測項目の選定

本調査において対象とする計測項目はセンサーにより計測するため、定量化が容易にでき、データ取得に時間がかからないなど簡便な調査手法により計測が可能である必要がある。

計測項目の選定をするために、調査項目の定義から抽出をおこなう項目定義調査と、本調査の目的にしたがってどのような項目を対象とすることが望ましいかに対する有識者のご意見を参考に項目の絞込みを実施した。

① 項目定義調査

前述した評価軸のうち、基本調査において高齢者が実際に行う調査の項目は評価軸が「能力」のものと「有無」の一部（麻痺等・拘縮）を対象とすることとした。また、評価軸が「能力」のものは、調査内容が「ADL（生活機能）・起居動作」のものと「認知機能」のものがあるが、「認知機能」のものは質問に対する高齢者からの回答等によって把握しており、定量化を目的としたセンサーの活用は困難であると考えられる。残った項目のうち、「1-12 視力」、「1-13 聴力」、「2-3 えん下」は項目の定義からセンサーの活用が困難であると考えられることから、①～⑨の項目に絞りこんだ。

図表 4 センサーの活用可能性が考えられる項目

	項目	項目の定義
①	1-1 麻痺等の有無	神経又は筋肉組織の損傷、疾病等により、筋肉の随意的な運動機能が低下又は消失した状況（麻痺等）を評価する項目。脳梗塞後遺症等による四肢の動かしにくさを確認する。
②	1-2 拘縮の有無	可能な限り力を抜いた状態で他動的に四肢の関節を動かした時に、関節の動く範囲が著しく狭くなっている状況（拘縮）を評価する項目。
③	1-3 寝返り	きちんと横向きにならなくても、横たわったまま左右のどちらかに身体の向きを変え、そのまま安定した状態になることができるかどうか、あるいはベッド柵、サイドレールなど何かにつかまればできるかどうかを評価する項目。
④	1-4 起き上がり	身体の上にふとんをかけないで寝た状態から上半身を起こすことができるかどうかを評価する項目。
⑤	1-5 座位保持	背もたれがない状態での座位の状態を 10 分間程度保持できるかどうかを評価する項目。
⑥	1-6 立位保持 (両足)	立ち上がった後に、平らな床の上で立位を 10 秒間程度保持できるかどうかを評価する項目。
⑦	1-7 歩行	立った状態から継続して（立ち止まらず、座り込まずに）5m程度歩けるかどうかを評価する項目。

項目		項目の定義
⑧	1-8 立ち上がり	いすやベッド、車いす等に座っている状態から立ち上がる行為を行う際に（床からの立ち上がりは含まない）、ベッド柵や手すり、壁等につかまらなくて立ち上がるかどうかを評価する項目。
⑨	1-9 立位保持 (片足)	平らな床の上で、自分で左右いずれかの片足を上げた状態のまま1秒間程度、立位を保持できるかどうかを評価する項目。
⑩	1-12 視力	認定調査員が実際に視力確認表の図を調査対象者に見せて、見えるかどうかを評価する項目。
⑪	1-13 聴力	認定調査員が実際に調査対象者に話しかけて、聞こえるかどうかを評価する項目。
⑫	2-3 えん下	食物を経口で摂取する際の飲み込む能力について評価する項目。嚥む能力とは関係なく、必ずしも試行する必要はない。

出所：厚生労働省「要介護認定 認定調査員テキスト 2009 改訂版平成 27 年 4 月」より作成

② 項目の絞込み

上述した文献調査による絞込みの結果を元に、調査時の調査対象者に対する安全性への配慮や、データ計測の難易度、各項目におけるデータ取得に対する問題意識を元に、検討委員会の場で項目の絞込みを行った。より具体的に、対象部位、当初の体勢、動作、動作範囲、確認事項、認定調査員に確認する事項を整理した。

その結果、「1-1 麻痺等の有無」の左右の上肢に対する座位の状態からの測定及び左右の下肢に対する座位の状態からの測定、「1-6 立位保持（両足）」「1-8 立ち上がり」を対象とすることとした。

各項目の詳細は以下のとおり。

図表 5 センサーの活用可能性が考えられる詳細項目と対象項目の抽出

調査項目	対象部位	当初の体勢	動作	動作範囲	確認事項	認定調査員に確認する事項
1-1 麻痺等の有無	左上肢 右上肢	座位（通常）	肘関節を伸ばしたままで上肢を前方に挙上する ○拘縮で肘が曲がっている場合は肘関節を可能な限り伸ばしたままで ○強直で肘の曲げ伸ばしができない場合はその状態で	真下から肩の高さまで	上肢が肩の高さまで挙上できたか	・肩の高さと判断される範囲 ・許容される左右のずれ
					上肢を肩の高さで静止した状態で保持できたか	・静止と判断されるゆれの範囲
		座位（円背）	肘関節を伸ばしたままで横に上肢を挙上する ○拘縮で肘が曲がっている場合は肘関節を可能な限り伸ばしたままで ○強直で肘の曲げ伸ばしができない場合はその状態で	真下から肩の高さまで	上肢が肩の高さまで挙上できたか	・肩の高さと判断される範囲 ・許容される前後のずれ
					上肢を肩の高さで静止した状態で保持できたか	・静止と判断されるゆれの範囲
		仰臥位	肘関節を伸ばしたままで上肢を前方に上肢を挙上する ○拘縮で肘が曲がっている場合は肘関節を可能な限り伸ばしたままで ○強直で肘の曲げ伸ばしができない場合はその状態で	真下からあごの高さまで	上肢があごの高さまで挙上できたか	・あごの高さと判断される範囲 ・許容される左右のずれ
					上肢をあごの高さで静止した状態で保持できたか	・静止と判断されるゆれの範囲
	仰臥位	肘関節を伸ばしたままで上肢を横に挙上する ○拘縮で肘が曲がっている場合は肘関節を可能な限り伸ばしたままで ○強直で肘の曲げ伸ばしができない場合はその状態で	真下からあごの高さまで	上肢があごの高さまで挙上できたか	・あごの高さと判断される範囲 ・許容される前後のずれ	
				上肢をあごの高さで静止した状態で保持できたか	・静止と判断されるゆれの範囲	
	左下肢 右下肢	座位	膝を伸ばして下腿を挙上する	座って床に足の裏を付けた位置から床に対して足が水平になる位置まで	下肢が床に対して水平になる位置まで挙上したか	・水平と判断される範囲 ・許容される左右のずれ
					下肢が床に対して水平になる位置で保持できたか	・静止と判断されるゆれの範囲
					大腿部が椅子から離れなかったか	・左右にずれた場合の判断 ・一瞬離れた場合の判断
		仰臥位	膝を伸ばして下腿を挙上する	膝の下に枕等を入れて足の裏を床に付けた位置から膝が完全に伸びた位置まで	下肢が可動域制限のない範囲で他動的に最大限動かせる位置まで挙上したか	・他動的に動かした位置から許容されるずれの範囲 ・許容される左右のずれ
					下肢が可動域制限のない範囲で他動的に最大限動かせる位置で保持できたか	・静止と判断されるゆれの範囲
					大腿部が椅子から離れなかったか	・左右にずれた場合の判断 ・一瞬離れた場合の判断
	仰臥位	膝を伸ばして下腿を挙上する	膝の下に枕等を入れて足の裏を床に付けた位置から可動域制限のない範囲で他動的に最大限動かせる位置まで	下肢が完全に伸びた位置まで挙上したか	・完全に伸びた位置から許容されるずれの範囲 ・許容される左右のずれ	
				下肢が完全に伸びた位置で保持できたか	・静止と判断されるゆれの範囲	
				大腿部が枕等から離れなかったか	・左右にずれた場合の判断 ・一瞬離れた場合の判断	

調査項目	対象部位	当初の体勢	動作	動作範囲	確認事項	認定調査員に確認する事項	
1-2 拘縮の有無	肩関節	座位（通常）	4～5秒程度かけて他動的に上肢を前方に持ち上げる	真下から肩の高さまで	上肢を肩の高さまで上げることができたか	・肩の高さと判断される範囲 ・許容される左右のずれ	
			4～5秒程度かけて他動的に上肢を横に持ち上げる	真下から肩の高さまで	上肢を肩の高さまで上げることができたか	・肩の高さと判断される範囲 ・許容される前後のずれ	
		座位（円背）	4～5秒程度かけて他動的に上肢を前方に持ち上げる	真下からあごの高さまで	上肢をあごの高さまで上げることができたか	・顔の傾き（あごの位置） ・あごの高さと判断される範囲 ・許容される左右のずれ	
			4～5秒程度かけて他動的に上肢を横に持ち上げる	真下からあごの高さまで	上肢をあごの高さまで上げることができたか	・顔の傾き（あごの位置） ・あごの高さと判断される範囲 ・許容される前後のずれ	
		仰臥位	4～5秒程度かけて他動的に上肢を前方に持ち上げる	体側に添った位置から左右の肩を結んだ線の高さまで	上肢を左右の肩を結んだ線の高さまで上げることができたか	・左右の肩を結んだ線の高さと判断される範囲 ・許容される左右のずれ	
			4～5秒程度かけて他動的に上肢を横に持ち上げる	体側に添った位置から左右の肩を結んだ線の高さまで	上肢を左右の肩を結んだ線の高さまで上げることができたか	・左右の肩を結んだ線の高さと判断される範囲 ・許容される前後のずれ	
	股関節	座位	4～5秒程度かけて他動的に股関節を外転して膝を離す	膝が閉じた状態から膝の内側が25cm程度開いた位置まで	膝の内側が開いた距離が25cm程度あるか	・25cm程度の誤差として認められる範囲	
		仰臥位	4～5秒程度かけて膝を曲げたまま他動的に下肢を持ち上げて股関節を屈曲する	股関節が身体の前面に対して直角になる位置まで	股関節が90°程度曲げられたか	・90°程度の誤差として認められる範囲	
			4～5秒程度かけて他動的に股関節を外転して膝を離す	膝が閉じた状態から膝の内側が25cm程度開いた位置まで	膝の内側が開いた距離が25cm程度あるか	・25cm程度の誤差として認められる範囲	
	膝関節	座位	4～5秒程度かけて他動的に膝関節を屈曲する	膝関節をほぼ真っ直ぐ伸ばした状態から90°程度曲げた状態まで	膝関節がほぼ真っ直ぐ伸ばせたか	・ほぼ真っ直ぐの範囲	
					膝関節が90°程度曲げられたか	・90°程度の誤差として認められる範囲	
		腹臥位	4～5秒程度かけて他動的に膝関節を屈曲する	膝関節をほぼ真っ直ぐ伸ばした状態から90°程度曲げた状態まで	膝関節がほぼ真っ直ぐ伸ばせたか	・ほぼ真っ直ぐの範囲	
					膝関節が90°程度曲げられたか	・90°程度の誤差として認められる範囲	
		仰臥位	4～5秒程度かけて他動的に膝関節を屈曲する	膝関節をほぼ真っ直ぐ伸ばした状態から90°程度曲げた状態まで	膝関節がほぼ真っ直ぐ伸ばせたか	・ほぼ真っ直ぐの範囲	
					膝関節が90°程度曲げられたか	・90°程度の誤差として認められる範囲	
	1-3 寝返り	上半身	仰臥位	横たわったまま左右どちらかに身体の向きを変える	仰臥位から横向き（きちんと横向きになる必要はない）	横たわったまま左右どちらかに身体の向きを変えたか	・身体の向きが変わったと認められる角度
					身体の変えて安定したか	・安定したと認められる静止時間 ・安定したと認められるゆれの範囲	
			側臥位	仰臥位を取れない場合は横たわったまま腹臥位に向きを変える	側臥位から腹臥位	横たわったまま腹臥位になったか	・腹臥位と認められる身体の傾き
1-4 起き上がり	上半身	臥位（ふとんなし）	寝た状態から上半身を起こす（経路関係なし）	寝た状態から上半身が起きた状態	上半身が起きたか	・上半身が起き上がっていると認められる垂直方向からの傾きの範囲 ・起き上がっていると認められる静止時間 ・身体のゆれの範囲	
1-5 座位保持	上半身	座位	背もたれがない状態での座位の状態を10分間程度保持する	—	10分間程度座位を保持したか	・座位と認められる身体の垂直方向からの傾きの範囲 ・保持していると認められる身体のゆれの範囲	
1-6 立位保持（両足）	全身	立位	平らな床の上で立位を10秒間程度保持する	—	10秒間程度立位を保持したか	・立位と認められる身体の垂直方向からの傾きの範囲 ・保持していると認められる身体のゆれの範囲 ・足元が動いた場合の判断	
1-7 歩行	全身	立位	継続して（立ち止まらず、座り込まずに）5m程度歩く	—	5m程度程度歩けたか	・5m程度の誤差として認められる範囲	
					立ち止まらず、座り込まず、継続して歩けたか	・継続していると判断される足の動きの早さ ・停止したと判断する際の静止時間	

調査項目	対象部位	当初の体勢	動作	動作範囲	確認事項	認定調査員に確認する事項
1-8 立ち上がり	全身	座位	座った状態から立ち上がる	膝がほぼ直角に屈曲している状態から立ち上がる	立ち上がったかどうか	<ul style="list-style-type: none"> ・立ち上がったと判断される身体の垂直方向からの傾きの範囲 ・立ち上がったと判断される静止時間 ・身体のゆれの範囲
1-9 立位保持（片足）	全身	立位	平らな床の上で、自分で左右いずれかの片足を上げた状態のまま1秒間程度、立位を保持する	—	片足が1秒間程度上がっていたか	<ul style="list-style-type: none"> ・上げている状態となるための静止の必要性
					1秒間程度立位を保持したか	<ul style="list-style-type: none"> ・立位と認められる身体の垂直方向からの傾きの範囲 ・保持していると認められる身体のゆれの範囲 ・上げていない方の足元が動いた場合の判断

出所：厚生労働省「要介護認定 認定調査員テキスト 2009 改訂版平成 27 年 4 月」より作成

※網掛けは採用しなかった項目

2. データの計測に利用するセンサーの選定

要介護認定調査の省力化・精緻化を実現するシステムを想定し、身体の動作である生体情報を計測できるデバイスとして、利用可能なセンサーについて検討した。本研究において、利用可能なセンサーとして、加速度センサー、角速度センサー、マーカー認識型、ステレオカメラなどが考えられる。各センサーの特徴は下表のとおり。

図表 6 センサーの種類

種別	主な原理、センサーの出力データ	製品例
加速度センサー	MEMS 技術を用いた X 軸 Y 軸 Z 軸の 3 軸について加速度を出力	<ul style="list-style-type: none">・ 組込型センサーモジュール・ スマートフォン・ 活動量計・ 装着型汎用センサー
角速度センサー	MEMS 素子部で構成されるジャイロを振動させることにより、ヨー軸、ピッチ軸、ロール軸の 3 軸についての角速度を出力	<ul style="list-style-type: none">・ 組込型センサーモジュール・ スマートフォン・ 装着型汎用センサー
マーカー認識型	デバイスに付けたマーカー（目印）をカメラ等で認識し、三角測量により三次元上のマーカーの位置を出力し、マーカーを付けた立体物や身体の部位、マーカーの組合せで構成される身体の動作を認識	<ul style="list-style-type: none">・ アミューズメント施設・ 撮影用スタジオ
ステレオカメラ	ステレオカメラを用いて、対応する複数の点について三角測量により奥行を計測し、立体物の形状や動きを計測	<ul style="list-style-type: none">・ ゲーム機のジェスチャ認識・ 自動車の衝突防止用センサー

上記に分類される主なセンサーは以下のとおりである。

図表 7 本調査において活用可能性のある主なセンサー

製品種別	製品名 (品番)	メーカ	持続時間	機器セット	測定箇所	測定項目	処理系に必要なもの	仕様スペック						価格	備考
								測定周期	電池	メモリ	キャリア	大きさ	重さ		
汎用型加速度センサー	Moff	Moff	20時間	シリコン樹脂バンド	頭 固定	6軸加速度 ジャイロ	iPhoneが見えるデバイス	20Hzサンプリング	コイン電池 (CR2032)	CSV形式で外部に保存	可能	長さ225mm 幅25mm	30g	5616 (税込み)	・最大5台同時接続可能 ・ドリフト補正自動
汎用型加速度センサー	JINS MEME ES	JINS	充電時間：約2時間 連続使用時間：リアルタイムモード最長12時間 スタンダードモード最長24時間	マイクrou USBケーブル、ACアダプタ、メガネケース、メガネ拭き	頭	3点式眼電位 3軸加速度 3軸ジャイロ	PCかスマートフォン IOS 8.0以上 (OFFICEはIOS 9.0以上)	Full mode 100Hz Standard mode 眼電位センサー 200Hz 加速度センサー 100Hz	リチャージブルリチウムイオンバッテリー内蔵	CSV形式で外部に保存	可能	不明	約36g (度なしUVカットレンズの場合)	39000 (税抜き)	・Bluetooth Low Energyで通信 ・アプリで集中度、覚醒度、フォーム確認、体幹確認、可能
マーカータ입	Oculus Rift	Oculus	制限なし	トラッキング用赤外線センサー Xbox Oneコントローラー リモコン型コントローラーOculus Remote	頭	ジャイロセンサー 加速度センサー 地磁気センサー	グラフィックボード：NVIDIA GTX 970及びAMD 290以上 CPU：Intel Core i5-4590以上 メモリ：8GB以上 映像出力：HDMI 1.3ポート USB端子：3つのUSB 3.0ポートと1つのUSB2.0ポート OS：Windows 7 SP1以降	90Hz	PCから	CSV形式で外部に保存	可能	不明	330g	83,800円 (本体)	・解像度：1080×1200 有機ELディスプレイ2枚 ・3Dサウンドの再生に適したヘッドホン、マイクが内蔵
マーカータ입	Oculus Touch	Oculus	20時間	Oculusセンサー Rock Band VR用ギタースタックコントローラーコネクタ	手	6軸加速度 ジャイロ	Unityが使える環境 グラフィックボード：NVIDIA GTX 970及びAMD 290以上 CPU：Intel Core i5-4590以上 メモリ：8GB以上 映像出力：HDMI 1.3ポート USB端子：3つのUSB 3.0ポートと1つのUSB2.0ポート OS：Windows 7 SP1以降	不明	単三電池2組	CSV形式で外部に保存	可能	不明	300g	23800円 (送料・税込み)	
マーカータ입	Kinect for Windows SDK	Microsoft	制限なし	PCアダプター	なし	距離 関節	OS 32 bit (x86) or 64 bit (x64) プロセッサー 2.66-GHz以上を推奨 USB 2.0 2GB以上のメモリ	30Hz(暗闇では15Hz)	外部電源	CSV形式で外部に保存	可能	24.9cm×6.6cm×6.7cm	1.4kg	21578円	・1台のKinectで同時に6人までの人を認識 ・全身20点の骨格位置の追跡 ・上半身10点の骨格位置の追跡(骨格追跡は1台のKinectで同時に2人まで) ・音声認識(日本語対応) ・音源方向の特定(左右に100度の範囲、10度刻みで方向を検出) ・顔の位置、向き、傾きの追跡 ・顔の100点の特徴点の検出 ・物体を3Dスキャンし、3Dモデルデータを生成
マーカータ입	HTC vive	HTC	制限なし	充電アダプター ベースステーション ライトハウス(センサー) モーションコントローラー×2	頭	3軸のジャイロセンサー 3軸の加速度センサー 3軸の地磁気センサー	HTCアカウン OS(SteamVR)	90Hz	PCから	CSV形式で外部に保存	可能	不明	555g	84110円 (税込)	
マーカータ입	PlayStation®Move モーションコントローラーCECH-ZCM1JY	SONY	不明	モーションコントローラー ストラップ USBケーブル (Mini-B - Aタイプ)	手	3軸のジャイロセンサー 3軸の加速度センサー 3軸の地磁気センサー	PlayStation®Camera	不明	内蔵型リチウムイオン充電電池	CSV形式で外部に保存	可能	約200mm×46mm (高さ×直径)	約145g	4,980円+ 税	
マーカータ입	PlayStation®VR CUHJ-16000	SONY	制限なし	VRヘッドセット×1 プロセッサーユニット×1 VRヘッドセット接続ケーブル×1 HDMIケーブル×1 USBケーブル×1 ステレオヘッドホン (イヤーズ式)×1 電源コード×1 ACアダプター×1	頭	6軸検出システム (3軸ジャイロ・3軸加速度)	プログラミング環境が整っているパソコン	120Hz、90Hz	電源から	CSV形式で外部に保存	可能	VRヘッドセット：約187×185×277mm (幅×高さ×奥行き、最大突起部除く、ヘッドバンド長さ兼短) プロセッサーユニット：約143×36×143mm (幅×高さ×奥行き、最大突起部除く)	VRヘッドセット：約610g (ケーブル含まず) プロセッサーユニット：約365g	44,980円+ 税	
活動量計	HJA-750C Active style Pro	OMRON	約2ヶ月	ストラップ、ストラップ用クリップ、装着ホルダ	体	3D加速度センサ	パソコン	不明	電池CR2032	45日分保存可能	不明	40×52×12mm	23g	20000円 (税抜き)	・サーバ連携で、データ集積可能 ・座位・通常歩行・ゆっくり歩行・ジョギングなど識別可能
活動量計	HJA-405T Calori Scan	OMRON	約3ヶ月	ストラップ、ストラップ用クリップ	体	加速度センサ 気圧センサ	OMRON connectアプリに対応した端末	不明	電池CR2032	表示7日分 本体記録14日分	不明	78×33×12mm	28g	4,538円 (税込)	・カロリー・歩数・階段歩数・距離 等

大規模な設備の設置や、マーカー等を計測することは要介護認定の現場の状況を踏まえて検討すると現実的とは言い難いため、加速度センサーおよび角速度センサーを備える装着型センサーを採用した。

3. センサーによる要介護認定調査(基本調査)の項目の計測方法

(1) センサーの装着

本調査では、測定時にセンサーがずれることや被験者に負担をかけてしまうことを防ぐため、センサーに標準装備されているバンドではなく、マジックテープ付きのゴム製のバンドにより、左右の上腕、左右の足首、腰に装着した。

装着方向を、直立不動の状態ですイッチ部分が下になるように統一し、上腕は肘関節のすぐ上に体の外側を向くように、足首はくるぶしのうえに体の正面を向くように、腰はウエスト部分にセンサーが背面を向くように装着した。

装着位置および向きについては、装着時に調査員が目視で確認をした。

図表 8 加速度センサーの取付方法



(2) 計測対象とする動作

検討委員会における検討結果を参考に、計測を行う動作は左右を合わせて下記の8動作とした。各動作の概要および選定した理由は次表のとおり。

図表 9 計測対象とした動作一覧

姿勢		動作概要	選定理由
動作 1	座位	右腕を下から前に挙上し、肩の高さで静止する (上肢麻痺)	調査員による判定にバラツキが少ない項目であり、調査員の評価とセンサーの計測結果の比較が容易なため。
動作 2	座位	右腕を下から横に挙上し、肩の高さで静止する (上肢麻痺)	
動作 3	座位	左腕を下から前に挙上し、肩の高さで静止する (上肢麻痺)	
動作 4	座位	左腕を下から横に挙上し、肩の高さで静止する (上肢麻痺)	
動作 5	座位	右膝を伸ばして下腿を挙上し、水平に伸ばした位置で静止する (下肢麻痺)	調査員による判定にバラツキが多い項目であり、センサーによりバラツキのない判定が可能か検証するため。
動作 6	座位	左膝を伸ばして下腿を挙上し、水平に伸ばした位置で静止する (下肢麻痺)	
動作 7	座位	イスから立ち上がる (立ち上がり)	センサーによる計測結果から、調査員に判別されていない差異を検証するため。
動作 8	立位	立ち上がった状態を 10 秒間保持する (立位保持)	

(3) センサーの設定

センサーは事前に、右腕・左腕・右足・左足・腰に装着するものを決め、計測・記録用に提供されている iPad のアプリケーション (Sensor Log) において管理するデバイスとして登録した。

効率的に計測をおこなうため、Sensor Log の設定により、計測データ (CSV 形式) は、計測した年月日及び時間 (秒単位)、計測対象者の順番、センサーの装着位置、計測した動作をファイル名²により確認できるようにした。

² 例えば、20171226110211_player1_Leftarm_action1_device3.csv

図表 10 各センサーの計測前の設定手順

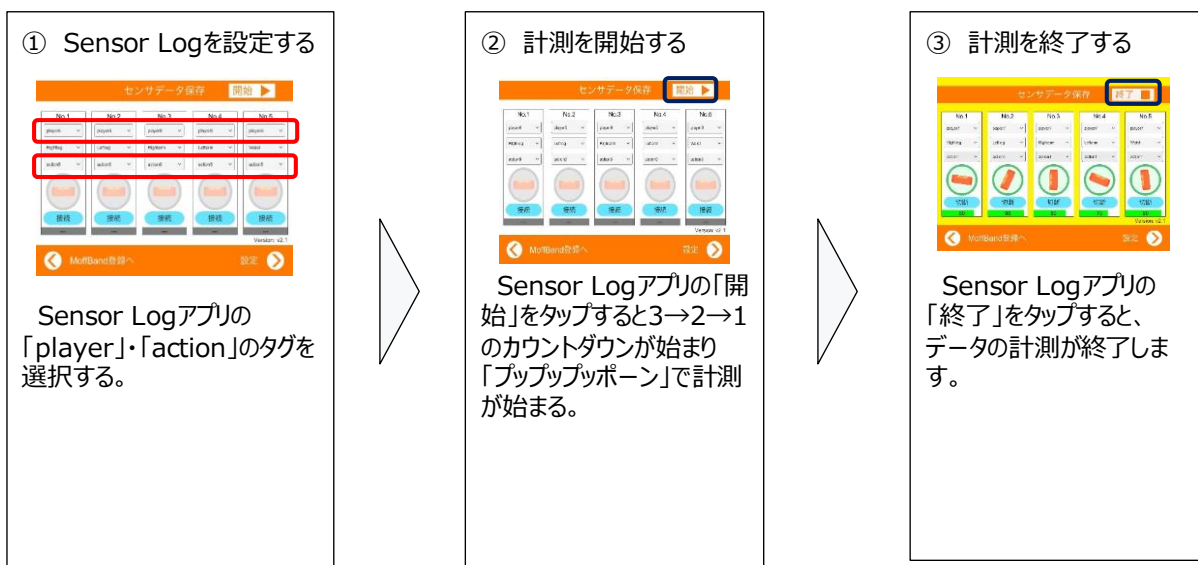


(4) センサーアプリの操作

Sensor Log アプリ内で記録に使う項目のタグを操作し、管理しやすいデータとなるよう事前に設定を行った。また、後述する学習用データの計測では、動作の指示を行い、Sensor Log 計測開始時に表示されるカウントダウンに合わせて各動作を行ってもらった。

なお、何人目の計測対象者か、計測したものがどの動作か、Sensor Log の記録用タグを設定した上で計測した。

図表 11 計測時のアプリケーションの操作手順



III. データの計測

1. 学習用データの計測

本報告書では、要介護認定の項目に対し、動作者に対して動作内容に対する指示を出し、各動作に対する対象部位の動きをセンサーで計測したデータを学習用データと呼ぶ。本節では、学習用データの計測方法及び計測項目について記載する。

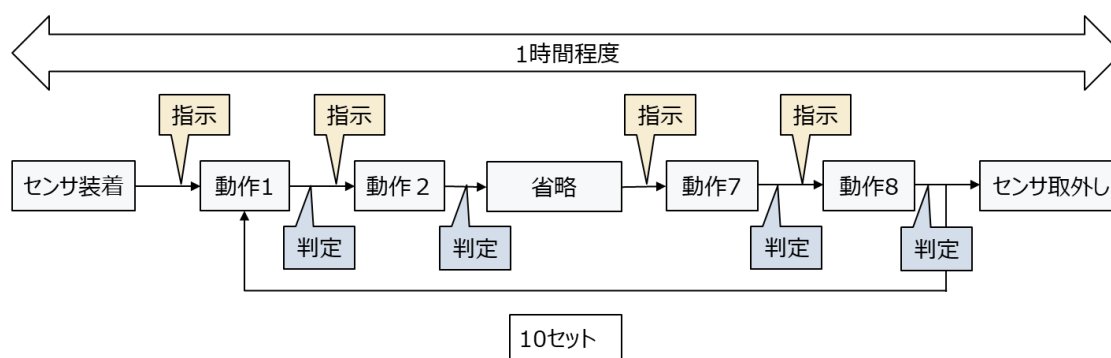
(1) 学習用データ計測の手順

学習用データの計測に当たっては、要介護認定において非該当（自立）と判定される被験者を対象に、センサーを装着し、要介護認定調査において行われる動作を計測した。

動作に関する指示（腕を挙上する高さ、静止時間等）を行うことにより、認定調査員が「できた」と判定するもの、「できていない」と判定するもの、判定のわかれるものを同じ割合で擬似的に実施してもらった。これらの動作に対し、4名の認定調査員が判定を行った。判定は「できた」・「できていない」・「やり直し」・「わからない」の4段階で実施した。

動作は、1人あたり前述した8動作を10セット実施した。これを8人の被験者に実施していただき、全体で1動作あたり80のサンプルデータを取得した。

図表 12 学習用データ取得のフロー



前述のとおり、データ取得に際しては、マジックテープつきゴム製のバンドにより、左右の上腕、左右の足首、腰に装着した。装着に当たっては、センサーが正しい位置に装着されているか等について複数人の測定スタッフにより目視で確認を行った。同時に、センサーとペアリングしたタブレットからセンサーに内蔵された機能によりキャリブレーションを行った。センサーは各装着部位に応じて2セット用意し、被験者に順次装着できる体制とした。センサーは測定前に装着し、8動作を10セット実施するまで装着したままの状態を計測を続けた。

計測の際には、測定スタッフが次の動作に対する声かけを行い、タブレットが発する測定開始の合図に従って動作を実施した。計測に当たっては、より実際の要介護認定の動きに近づけるため、高齢者用疑似体験セットを着用して動作を行った。

各動作における動作内容と指示のパターンを以下に示す。

(2) 学習用データ計測の動作内容と指示のパターン

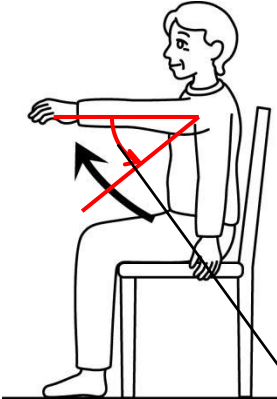
本調査では、要介護認定における「第1群 身体機能・起居動作」のうち、「1-1 麻痺」「1-6 両足での立位」「1-8 立ち上がり」を対象として計測を行ったが、被験者が実施した動作及び動作に対する指示のパターンは「上肢を前に挙上」「上肢を横に挙上」「下肢を前に挙上」「立ち上がり」「立位保持」の5種類に大別される。以下では、それぞれの動作及び動作に対する指示について記載する。

① 動作1及び動作3(上肢を前に挙上)

本動作は、自分で腕(上肢)を前方肩の高さまで挙上し、静止した状態を保持することができるかを判定する項目である。動作の際には、腕の力を抜き、肩から垂直方向に腕がぶら下がった位置から、「前へならえ」をするイメージを伝え、手のひらの向きは自由とした。

動作する際の指示内容としては、「肘の角度」、「上肢を上げる位置」「静止の状況」の3つの項目に対してそれぞれ肘の角度に対する指示2パターン、位置に対する指示4パターン、静止状況に対する指示3パターンを組み合わせた。

図表 13 動作1及び動作3(上肢を前に挙上)の動作及び指示パターン

	指示項目	指示内容
	① 肘の角度	真っ直ぐ・肘を内側に曲げて(角度自由)(2パターン)
	② 上肢を上げる位置	肩の高さ(水平)・肩よりも45°下・30°下・15°下(4パターン)
	③ 静止	挙上した位置から静止せずにすぐに腕を下げる・1秒以上静止する・腕全体を10cm程度の上下動させる(3パターン)

※ 静止時間は自分で声を出さずにカウントしてください。

② 上肢を上げる位置の角度

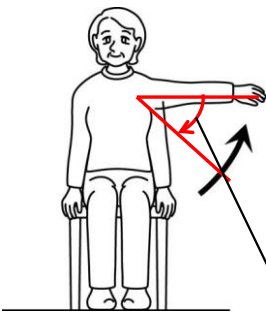
出所：厚生労働省「要介護認定 認定調査員テキスト 2009改訂版平成27年4月」より作成

② 動作 2 及び動作 4(上肢を横に挙上)

本動作は、自分で腕(上肢)を横方向に肩の高さまで挙上し、静止した状態を保持することができるかを判定する項目である。動作の際には、腕の力を抜き、肩から垂直方向に腕がぶら下がった位置から、横へ上肢を挙上するように伝え、手のひらの向きは自由とした。

動作する際の指示内容としては、「肘の角度」、「上肢を上げる位置」「静止の状況」の3つの項目に対してそれぞれ肘の角度に対する指示 2 パターン、位置に対する指示 4 パターン、静止状況に対する指示 3 パターンを組み合わせた。

図表 14 動作 2 及び動作 4 (上肢を横に挙上) の動作及び指示パターン



指示項目	指示内容
① 肘の角度	真っ直ぐ・肘を内側に曲げて(角度自由)(2パターン)
② 上肢を上げる位置	肩の高さ(水平)・肩より45°下・30°下・15°下(4パターン)
③ 静止	挙上した位置から静止せずすぐに腕を下げる・1秒以上静止する・腕全体を10cm程度の上下動させる(3パターン)

※ 静止時間は自分で声を出さずにカウントしてください。

② 上肢を上げる位置の角度

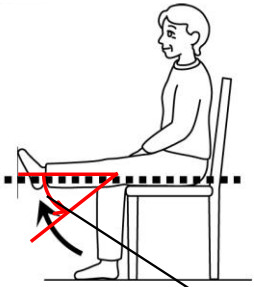
出所：厚生労働省「要介護認定 認定調査員テキスト 2009 改訂版平成 27 年 4 月」より作成

③ 動作 5 及び動作 6(下肢を前に挙上)

本動作は、膝を直角に曲げた状態から、膝関節を伸ばし、自力で足が床に水平になる位置まで挙上し、静止した状態で保持することができるかを判定する項目である。動作の際には、大腿部(膝上)や臀部が椅子から離れないよう注意した。

動作する際の指示内容としては、「下肢を上げる位置」「静止の状況」の2つの項目に対して位置に対する指示 5 パターン、静止状況に対する指示 2 パターンを組み合わせた。

図表 15 動作 5 及び動作 6 (下肢を前に挙上) の動作及び指示パターン



指示項目	指示内容
① 下肢を上げる位置	膝を完全に伸ばす・真っ直ぐよりも15°下・30°下・45°下・60°下(5パターン)
② 静止	挙上した位置から静止せずすぐにストンと下肢を下ろす・1秒静止する(2パターン)

※ 静止時間は自分で声を出さずにカウントしてください。

① 下肢を上げる位置の角度

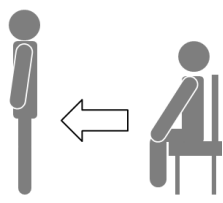
出所：厚生労働省「要介護認定 認定調査員テキスト 2009 改訂版平成 27 年 4 月」より作成

④ 動作 7(立ち上がり)

本動作は、膝を直角に曲げた状態から、立ち上がることができるかを判定する項目である。椅子の肘置きや自分の大腿部を手で押す等、腕の力を使うことなく立ち上がるよう指示した。

動作する際の指示内容としては、「立ち上がりの成否」及び立ち上がり後の立位のバリエーションとして、「重心の偏り」「姿勢」を合わせた3つの項目に対して、立ち上がりの成否に対する指示4パターン、重心の偏りに対する指示2パターン、姿勢に対する指示4パターンを提示し、立ち上がり後の立位のバリエーションは被験者に自由に選択してもらった。

図表 16 動作 7 (立ち上がり) の動作及び指示パターン



指示項目	指示内容
① 立ち上がりの成否	完全に立ち上がる・少しおしりが浮いた位置から椅子に戻る・半ば立ち上がった位置から椅子に戻る・立ち上がる直前から椅子に戻る (4パターン)

※ 以下の項目について自由に内容を選択し、立ち上がり後の立位のバリエーションを増やした。

指示項目	指示内容
① 重心の偏り	なし・重心を左右どちらかに偏らせて立つ (2パターン)
② 姿勢	地面に対して垂直に立つ・膝を軽く曲げて立つ・腰を軽く折って立つ・膝も腰も軽く曲げて立つ (4パターン)


出所：厚生労働省「要介護認定 認定調査員テキスト 2009 改訂版平成 27 年 4 月」より作成

⑤ 動作 8(立位保持)

本動作は、両足で立位を保持することができるかを判定する項目である。10 秒のカウントは各自が声を出さずに行った。

動作する際の指示内容としては、「立位キープ」及び立位のバリエーションとして、「重心の偏り」「姿勢」を合わせた3つの項目に対して、立位キープの成否に対する指示5パターン、重心の偏りに対する指示2パターン、姿勢に対する指示4パターンを提示し、立ち上がり後の立位のバリエーションについては被験者に自由に選択してもらった。

図表 17 動作 8 (立位保持) の動作及び指示パターン



指示項目	指示内容
① 立位キープ	10秒静止して立つ・立ったまま軽くゆれる・ゆれて1歩動く・ゆれて2~3歩動く・ゆれて数歩動く (5パターン)

※ 以下の項目について自由に内容を選択し、立位のバリエーションを増やした。

指示項目	指示内容
① 重心の偏り	なし・重心を左右どちらかに偏らせて立つ (2パターン)
② 姿勢	地面に対して垂直に立つ・膝を軽く曲げて立つ・腰を軽く折って立つ・膝も腰も軽く曲げて立つ (4パターン)

出所：厚生労働省「要介護認定 認定調査員テキスト 2009 改訂版平成 27 年 4 月」より作成

(3) 指示シート

被験者が8動作10セットを実施する際に、認定調査員の判定が均一に発生するように調整するために、被験者ごとに動作パターンを指示シートに記載して提供した。指示シートのイメージは以下のとおりである。

図表 18 指示シートサンプル

所属： 2017年12月26日
氏名： MRI社内会議室 (CR-B)

番号：8 (開始時刻 : :)

動作1：右腕を前に上げる (開始時刻 : :)
①肘の角度：肘を内側に曲げる (角度自由)
②腕を上げる位置：肩の高さ (水平)
③静止：1秒以上静止する

動作2：右腕を横に上げる (開始時刻 : :)
①肘の角度：肘を内側に曲げる (角度自由)
②腕を上げる位置：肩よりも45°下
③静止：静止せずに直ぐに腕を下げる

動作3：左腕を前に上げる (開始時刻 : :)
①肘の角度：真っ直ぐ
②腕を上げる位置：肩の高さ (水平)
③静止：1秒以上静止する

動作4：左腕を横に上げる (開始時刻 : :)
①肘の角度：肘を内側に曲げる (角度自由)
②腕を上げる位置：肩よりも15°下
③静止：1秒以上静止する

動作5：右足を挙上 (開始時刻 : :)
①足を上げる位置：真っ直ぐから45°下
②静止：1秒以上静止する

動作6：左足を挙上 (開始時刻 : :)
①足を上げる位置：真っ直ぐから30°下
②静止：静止せずに直ぐに足を下げる

動作7：立ち上がり (開始時刻 : :)
①成否：立ち上がる直前から椅子に戻る
※ 以下の項目は自由に内容を選択し、立ち上がり後の立位のバリエーションを増やしてください。(選択したものに○を付けてください)

指示項目	指示内容
① 重心の偏り	なし・重心を左右どちらかに偏らせて立つ
② 姿勢	地面に対して垂直に立つ・膝を軽く曲げて立つ・腰を軽く折って立つ・膝も腰も軽く曲げて立つ

動作8：立位保持 (開始時刻 : :)
①成否：10秒静止
※ 以下の項目は自由に内容を選択し、立位のバリエーションを増やしてください。(選択したものに○を付けてください)

指示項目	指示内容
① 重心の偏り	なし・重心を左右どちらかに偏らせて立つ
② 姿勢	地面に対して垂直に立つ・膝を軽く曲げて立つ・腰を軽く折って立つ・膝も腰も軽く曲げて立つ

(4) 認定調査員による判定

本調査では、認定調査員の判定をセンサーによりどの程度再現することが可能かを検証するため、センサーによるデータの計測と同時に、認定調査員による判定を行った。

要介護認定においては、認定調査員各人による判断の差や地域差が存在することが課題としてあげられている。そのため、地域における判定の基準が統一されており、認定調査員による判断の差が小さい宮城県仙台市、神奈川県横浜市において要介護認定調査を受託している以下の法人から各2名の認定調査員に研究に参加していただいた。

なお、各2名の認定調査員には学習用データの計測及び評価用データの計測双方にご協力いただいた。

図表 19 認定調査員派遣にご協力いただいた団体

公益社団法人かながわ福祉サービス振興会	<ul style="list-style-type: none">● 公益社団法人かながわ福祉サービス振興会は指定市町村事務受託法人の指定を受け、横浜市の要介護認定調査を受託し、横浜市における要介護認定調査を行っている。● 所属する認定調査員は介護支援専門員の資格を有し、都道府県及び指定都市が行う認定調査員研修を修了した者であり、要介護認定の申請者宅等を訪問し、厚生労働省「認定調査員テキスト 2009 改訂版（平成 27 年 4 月改訂）」等に従い調査を実施し、調査報告書を作成し、自治体に提出している。
公益財団法人仙台市健康福祉事業団	<ul style="list-style-type: none">● 公益財団法人仙台市健康福祉事業団は指定市町村事務受託法人の指定を受け、仙台市の要介護認定調査を受託し、仙台市における要介護認定調査を行っている。● 所属する認定調査員は介護支援専門員の資格を有し、都道府県及び指定都市が行う認定調査員研修を修了した者であり、要介護認定の申請者宅等を訪問し、厚生労働省「認定調査員テキスト 2009 改訂版（平成 27 年 4 月改訂）」等に従い調査を実施し、調査報告書を作成し、自治体に提出している。

2. 評価用データの計測

本報告書では、要介護認定者に対し、認定調査員が実際の要介護認定調査の際と同様に動作に対する指示を出し、その動きをセンサーで計測したデータを評価用データと呼ぶ。

本節では、評価用データの計測方法及び計測項目について記載する。

(1) 被験者リクルート

評価用データの計測は、本研究に対する協力同意が得られた通所介護の利用者 71 人分の計測データを取得した。

① 対象者

本研究では、以下の選択基準を満たし、除外基準に抵触しない高齢者を対象とした。

図表 20 対象者の選択基準と除外基準

選択基準	<ul style="list-style-type: none">● 満 40 歳以上の方● 要支援 1 から要介護 2 までの方
除外基準	<ul style="list-style-type: none">● 運動に関する制限のある方● 四肢に欠損のある方● 四肢に麻痺のある方● 本人の同意能力が認められない方● 研究担当者またはデイサービス施設職員により本研究への参加が不相当と判断された方

② 対象者の募集

対象者の募集は、東京都内の（介護予防）通所介護事業所の利用者を対象として実施した。募集にあたっては、参加への任意性を確保するために、協力いただいた（介護予防）通所介護事業所の職員が利用者に本研究の被験者募集資料を配付し、この研究の概要を説明した上で、被験者候補として抽出した。

図表 21 対象者募集ポスターのイメージ

ご利用者様各位



要介護認定の認定調査及び審査に関する調査研究事業への

ご協力をお願い



このたび、[]では、株式会社三菱総合研究所が実施する「平成 29 年度老人保健健康増進等事業 先進的な情報技術を活用した、要介護認定の認定調査及び認定審査に関する試行的な取組に関する調査研究事業」に協力することいたしました。

当事業所をご利用なさっている皆様へこの研究事業への参加をお願いしたく、本研究の趣旨をご理解のうえ、是非ご協力くださいますようお願い申し上げます。

調査の実施内容は以下のとおりです

- 日にち：平成30年2月13日（火）～17日（土）のうちのご利用日
- 時間：ご利用時間のうち、おひとりにつき20分程度
- 場所：当デイサービス事業所内
- お願いすること：両肘上、両足首、腰にバンド型の小型のセンサーを装着し、頭部に眼鏡型のセンサーをつけていただき、立ち上がる動作や、腕や脚を動かす動作をしていただきます。
※ご参加いただいた方には、謝礼をお渡しする予定です。



以下の条件にあてはまる利用者の方を募集しております

- 要介護度が要支援1から要介護2までの方
 - 運動に関する制限のない方
 - 四肢に欠損・麻痺のない方（一部のみの麻痺であれば問題ありません）
 - ご本人の同意能力がある方
- ※上記にあてはまる場合でも、ご体調等を鑑み、研究担当者または本事業所の職員の判断で本研究への参加が適当ではないと判断される場合は、ご参加をご遠慮いただくことがございます。

この調査研究事業を通じて、今後のより良い要介護認定の認定調査方法を検証します！

- 皆様が本研究事業にご参加いただくことで、今後の高齢者人口の増加に向けて、要介護認定の認定調査をより効率的に実施する方法や、その実施可能性について検証することができます

※本研究事業に参加される場合は、事前に簡単な説明を受けていただき、同意書に記名をしていただく必要がございます。ご参加いただく皆さまの個人情報および測定結果は、株式会社三菱総合研究所へ提供します。なお、取得した個人情報は、株式会社三菱総合研究所にて厳重に管理するとともに、本研究事業以外に利用することはありません。

<この調査研究事業へのご質問等は下記までお願いします>

株式会社三菱総合研究所 []
[]
[]

③ 対象者への同意取得

被験者候補として抽出された対象者に対し、「参加者の方への説明文書」に基づき、本研究の背景、目的、意義、研究の実施方法、研究対象者として選定された理由、研究対象者に生じる利益、負担および予想されるリスクについて説明をした。加えて、研究が実施または継続されることに同意した場合であっても随時これを撤回できること、研究が実施又は継続されることに同意しないこと又は同意を撤回することによって研究対象者等が不利益な扱いを受けないこと、研究に関する情報公開の方法や個人情報の取り扱い等についても過不足なく説明を行った。

これらの情報を元に、被験者候補の方ご自身で研究参加に同意をしていただいた場合のみ本研究の被験者として研究にご協力いただいた。

④ 研究参加者数

本研究では、年齢は40歳以上、性別は問わない被験者の計測データを60例収集することを目標に実施し、最終的に71名の方にご協力いただいた。

前述のポスター及び（介護予防）通所介護事業所の職員からの説明により、被験者候補をどの程度集めることが可能かを検討し、以下の計測場所で下記に記載した参加者数から評価用データを計測した。

図表 22 事業所ごとの参加者数

計測日	計測事業所	所在地	参加者数
2018年2月13日	事業所 A	東京都大田区田園調布	16人
2018年2月14日	事業所 B	東京都東京都大田区仲池上	20人
2018年2月15日	事業所 A	東京都大田区田園調布	17人
2018年2月16日	事業所 C	東京都目黒区目黒本町	13人
2018年2月17日	事業所 D	東京都目黒区柿の木坂	5人

(2) 評価用データ計測の手順

評価用データの計測にあたっては、通常的要介護認定調査と近い状況で計測するため、学習用データを計測した際と同じくタブレットが発する測定開始の合図で動作を開始するのではなく、認定調査員の声かけにより測定を実施した。また、8種類の動作は各被験者1回の実施を基本とし、認定調査員によるやり直しを求められた場合や機器の不具合が合った場合を除き、各動作を1回ずつ実施し、「できた」・「できていない」・「やり直し」・「わからない」の4段階で実施した。

認定調査員による判定は、「できた」・「できていない」・「やり直し」・「わからない」の4段階で実施し、4名の認定調査員が判定を行った。また、データ取得に際しては、マジックテープつきゴム製のバンドにより、左右の上腕、左右の足首、腰に装着した。装着に当たっては、センサーが正しい位置に装着されているか等について複数人の測定スタッフにより目視で確認を行った。同時に、センサーとペアリングしたタブレットからセンサーに内蔵された機能によりキャリブレーションを行った。センサーは各装着部位に応じて2セット用意し、被験者に順次装着できる体制とした。センサーは測定前に装着し、8動作が完了するまで装着したままの状態です計測を続けた。

上記のとおり、声かけ方法及び1人あたりの実施回数を除くセンサーの取り付け方法や認定調査員による判定の選択肢は学習用データと同一の条件で実施した。

図表 23 計測場所イメージ



計測は通所介護のオペレーションの休憩等の空き時間を利用し、1人ずつ行った。施設職員に協力いただき、当日の体調が悪い方や手足に痛みがある方等を計測の対象から除き、計測に参加しても問題のない方のみ計測を行った。また、計測時には事業所職員、認定調査員の確認のもと、転倒防止など被験者の方の安全性に十分配慮し測定した。

3. センサーによる計測結果の出力

(1) センサーにより取得可能なデータ項目

本調査では加速度・角速度が測定可能なセンサーにより左右の上腕、左右の足首、腰につけたセンサーによるデータ計測を実施した。当該センサーにより計測され出力されるデータ項目は以下のとおり。

図表 24 出力されるデータ項目

項目	内容
<u>Time</u>	<ul style="list-style-type: none"> 日本標準時でのセンサーデータが記録された時刻 フォーマットは HH:mm:ss:SSS
<u>Unlxtime</u>	<ul style="list-style-type: none"> 日本標準時の 1970 年 1 月 1 日から経過した時間[ms]で与えられる整数
<u>Acceleration</u> Acc (X / Y / Z)	<ul style="list-style-type: none"> センサーの各軸にかかる加速度 静止している状態でも鉛直下方向に重力加速度が加わっている 単位は[G]で計測可能な最大加速度の大きさは 2[G] 計測精度は±2[G]の範囲を 16bit で表現しているため、およそ 6E-5[G]の分解能がある 平面に置いて静止させている状態では、理想的な状況下では acc=(0, 0, -1) となる。 アプリで記録する際には単精度浮動小数点数で処理し、有効数字 6 桁で記録している。
<u>Angular Velocity</u> gyro (X / Y / Z / W)	<ul style="list-style-type: none"> センサーの各軸にかかる角速度 単位は[deg/s]であり、計測可能な最大角速度は 2000[deg/s] センサーの計測精度は±2000[deg/s]の範囲を 16bit で表現しているため、およそ 0.06[deg/s]の分解能がある。 アプリで記録する際には単精度浮動小数点数で処理し、有効数字 6 桁で記録している。
<u>Quaternion</u> Quat (X / Y / Z / W)	<ul style="list-style-type: none"> 姿勢をあらわすクォータニオンで、大きさは正規化されている センサーの計測精度は±1の範囲を 32bit で表現しているため、およそ 5E-10の分解能がある。 アプリで記録する際には単精度浮動小数点数で処理し、有効数字

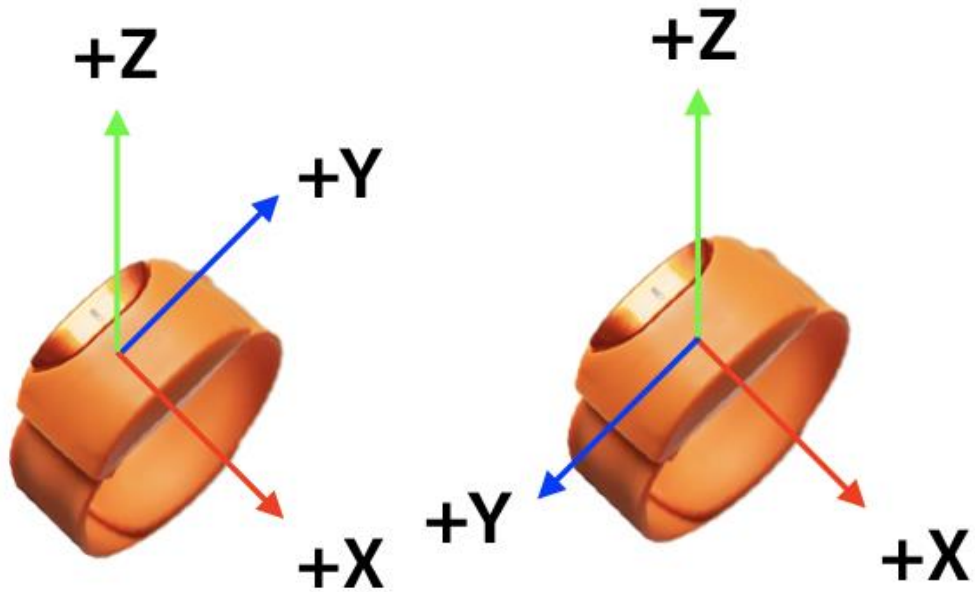
項目	内容
	6桁で記録している。
<u>User Acceleration</u> userAcc	<ul style="list-style-type: none"> ・ ユーザ加速度または線形加速度 ・ 加速度から重力成分を取り除いたものに相当する。 ・ 平面において静止させている状態では、$uacc=(0, 0, 0)$ となる。 ・ 単位は[G]で計測可能な最大加速度の大きさは1[G] ・ 計測値の大きさは1[G]より大きい値が出ることもあるが、これは加速度からユーザ加速度を導出する関係上、一様に1[G]より大きい値を計測することは保証されない。 ・ 計測精度、アプリで記録される値のフォーマットはaccと同様
<u>Normal Vector</u> nvec (X/Y/Z)	<ul style="list-style-type: none"> ・ クォータニオンと同様、回転行列で3次元回転を表す方法で、そのうち1軸のみのベクトルになっている。 ・ この値はクォータニオンから導出される。³ ・ ローカルの座標系で平面をグローバル座標系のXY(YZ)平面をXZ(YZ)平面と一致させた状態で静止させると $nvec(X,Y,Z)=(1,0,0)$ となる。 ・ アプリ上では、接続されたセンサーのアイコンをタップまたはセンサー本体のスイッチをクリックすると水平回転のリセットが行われる。

出所：株式会社 Moff 提供資料より作成

³ クォータニオンから回転行列を導出する方法はクォータニオン計算便利ノート 4.2 節に記載されている。

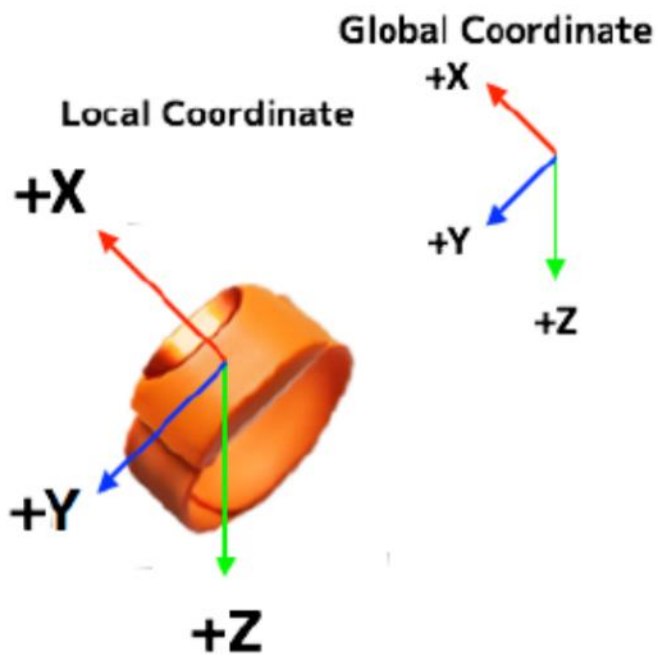
<http://www.mss.co.jp/technology/report/pdf/18-07.pdf>

図表 25 Acceleration (左) 及び Angular Velocity (右) のローカル座標系



出所：株式会社 Moff 提供資料

図表 26 Normal Vector の座標系



出所：株式会社 Moff 提供資料

(2) データの出力

出力されるデータ形式は以下のとおりである。これらのデータ項目のうち、今回の動きを的確に表現する項目として、Normal Vector の値を採用する。

図表 27 データ出カイメージ

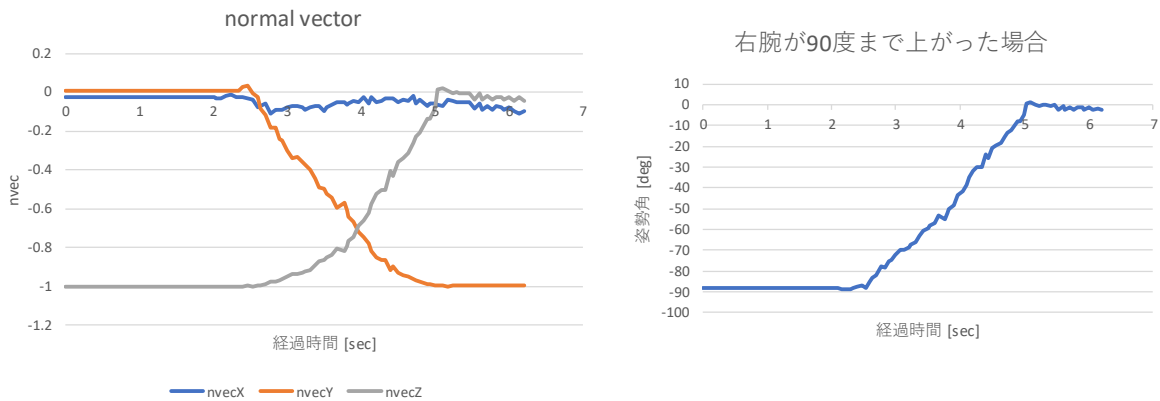
time	unixtime	userAccX	userAccY	userAccZ	quatX	quatY	quatZ	quatW	nvecX	nvecY	nvecZ
11:20:43.729	1518088843729	-0.540675	-0.0222288	0.220521	0.212201	-0.158721	-0.0257163	0.963907	0.948293	0.116938	-0.29507
11:20:43.793	1518088843793	-0.181584	-0.0174016	-0.0196723	0.233923	-0.0905433	-0.131302	0.959084	0.949124	0.294219	-0.112248
11:20:43.860	1518088843860	-0.0855225	-0.0130668	-0.0716645	0.282927	-0.113059	-0.14398	0.941509	0.932975	0.335092	-0.131421
11:20:43.893	1518088843893	-0.288723	-0.143244	0.0756593	0.290345	-0.0906478	-0.144064	0.941663	0.942057	0.323957	-0.0870631
11:20:43.960	1518088843960	0.278165	-0.208345	-0.363451	0.301172	-0.0353808	-0.0740602	0.950031	0.986526	0.16203	-0.0226161

出所：株式会社 Moff 提供資料

Normal Vector の値により腕や足の挙上及び立ち上がりなどの動きを捉えるために、垂直方向 Z 軸の動きに着目した分析を行う。

以下の左のグラフは右腕を 90 度まで挙げた場合の X 軸、Y 軸、Z 軸の動きを表現している。横軸が時間を表しており、縦軸は-1 から 1 までの値で変化する。

図表 28 データのグラフ化（右腕が 90 度まで上がった場合）



出所：株式会社 Moff 提供資料

IV. 計測結果

前述した 8 つの動作について、各動作に対応した部位に取り付けたセンサーによる計測結果を以下に示す。センサーによる計測結果は、いずれも学習用データ、評価用データの順で示したものである。

また、各計測結果について試行に対する動作の可否に関する判定評価が与えられている。動作に対する判定評価として、認定調査員 4 人全員が目視により指定した動作が正しくできたと判定される場合には評価 4 と表現し、同じく認定調査員 4 人全員指定された動作がうまくできなかったと判定される場合には評価 0 として表現している。本調査では、認定調査員 4 人の目視による判断を用いており、評価値としては、0 から 4 までの 5 段階があるが、全員の判定が一致した場合のみである評価値 4 および 0 のみを評価、分析の対象とした。

なお、センサーおよび取付方法、動作については各試行について条件を揃えて計測しているが、一部の試行については、センサーが正しく機能していなかった、あるいは、取り付け方法に誤りがあると判断されるものがあるため、除外して分析する必要がある。加えて、今回の評価用データを取得した被験者の要介護度は要支援 1～要介護 2 の範囲であるため、評価 0 となる計測結果は少ない。

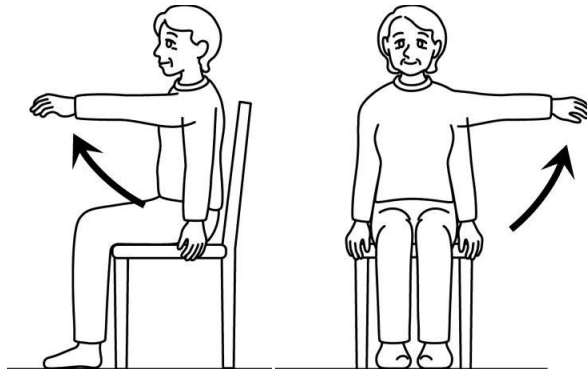
1. センサーデータの分析方法

本調査で採用したセンサーは 6 軸の加速度センサーおよび 3 軸のジャイロセンサーの機能を持ち、起動後に計測・記録用アプリケーションに登録する際にキャリブレーション（校正）後、その状態から 3 次元での加速度および姿勢の変化を計測することができる。そこで、各計測においては、Normal Vector の値を利用して分析を行うものとする。特に、今回の計測対象は鉛直方向に上肢、下肢を動かすことから、Z 軸方向への変動分を評価することで回転を含めた鉛直方向の動きを把握することができる。

(1) 上肢に関する Z 軸での回転

上肢に関しては、次図に示すように前方あるいは横方向のいずれの場合についても Z 軸における変動分(Normal Vector の Z 値)を見ることで、鉛直な面における回転角を表現することができる。通常、各動作の計測開始時には、上肢・下肢は下向きになって固定しているため、およそ -1.0(下向き-90 度に相当)の値を示すことになる。要介護認定調査における判定では、上肢・下肢が一定の高さまで上がる（水平を意味する $\sin 0$ に相当する 0 以上の値になる）こと、および、高さを維持して静止をすることが求められるため、計測対象である Z 値に関して 0 に近い一定範囲内で維持されることが必要である。

図表 29 測定開始時からのセンサーの変動量

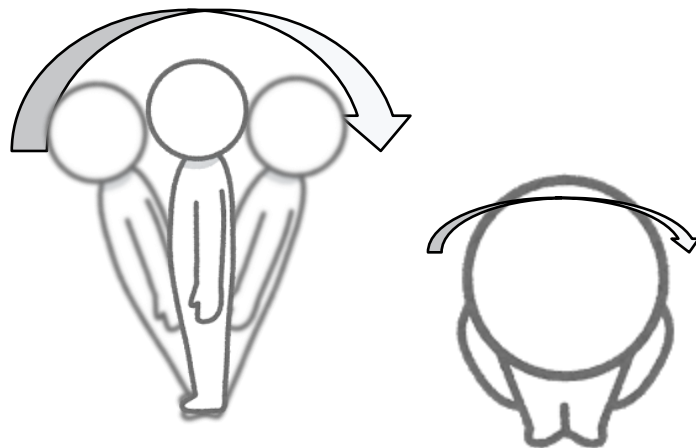


出所：厚生労働省「要介護認定 認定調査員テキスト 2009 改訂版平成 27 年 4 月」より作成

(2) 立上り、立位保持における腰の位置変動

立上り動作や立位保持に関しては、腰に取り付けたセンサーによる測定データから算出された Z 値を用いて高さ方向の変動を評価した。立位保持では、10 秒程度両足で立位を保持できたかどうか判断基準になっていることから、姿勢が静止した後に Z 値が一定の範囲内に収まっていることが想定される。他の軸に関しての変動について下図に示すように、立ち上がり動作時や立位保持動作における腰のセンサーで計測したデータから X 軸 Y 軸方向の変動は身体全体の前後左右の揺れを示したものになると考えられる。

図表 30 立位におけるセンサーの計測値



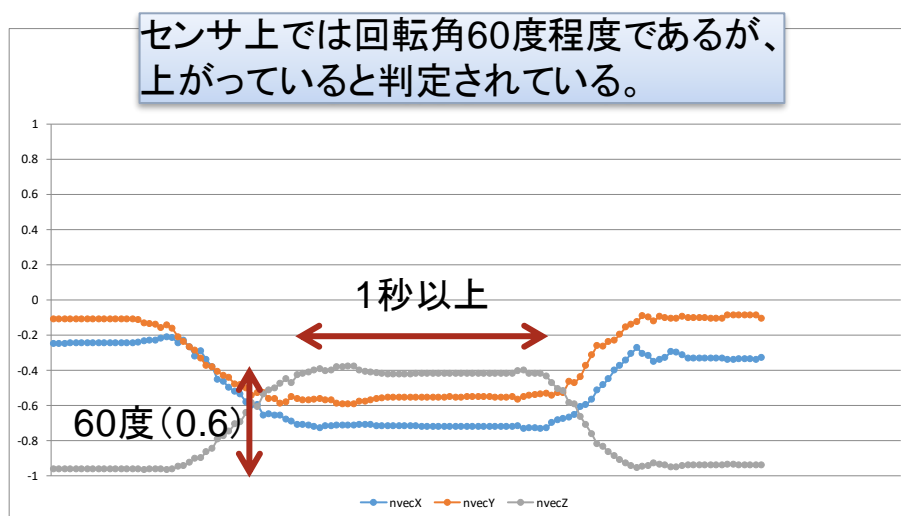
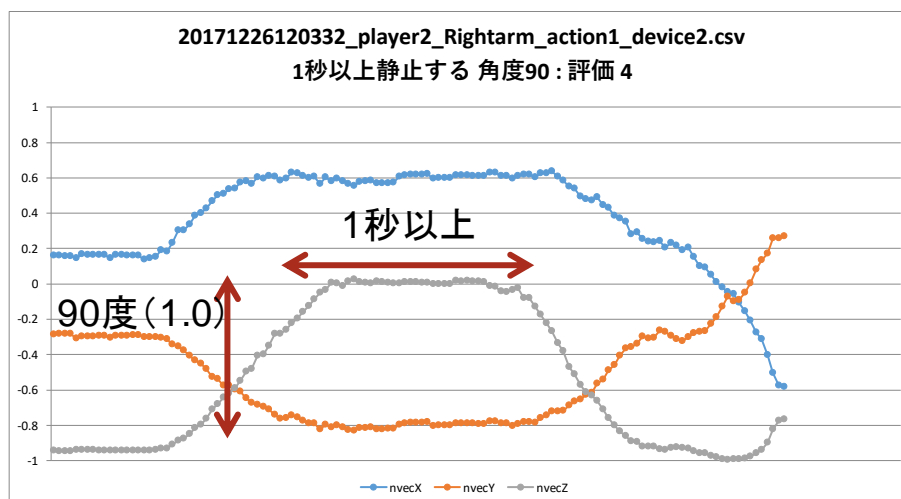
2. 各動作に関するセンサーデータの分析結果

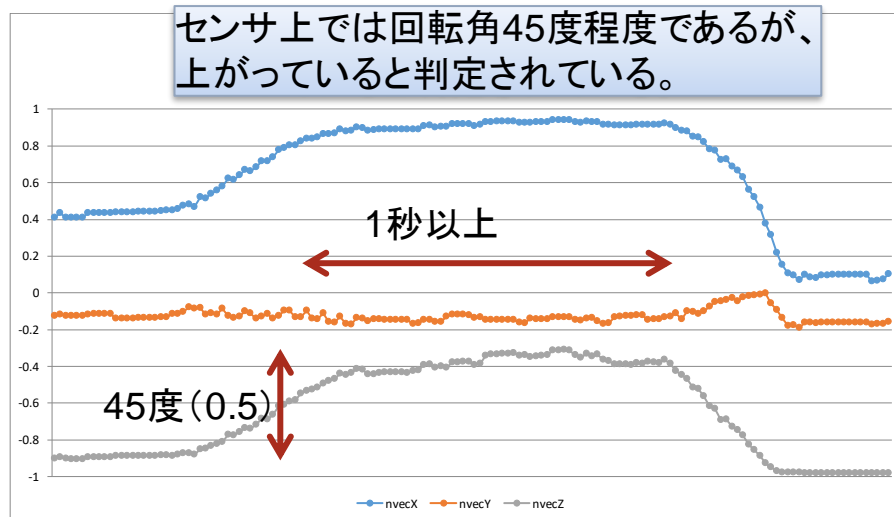
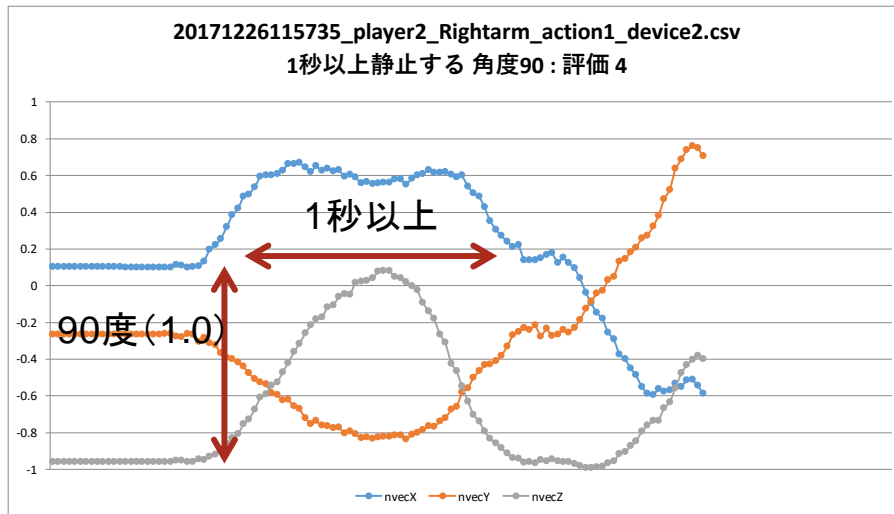
(1) 前方に拳上した場合の右腕センサーの分析結果 (Action1)

上肢・下肢が特定の位置まで上がったかどうか、さらに静止できたかどうかを判定するものである。判定に必要な情報としては、センサーの計測値である、Z 値が一定の角度に相当する変動量およびその値が一定時間(1秒程度)の静止状態が観測できることが条件となる。

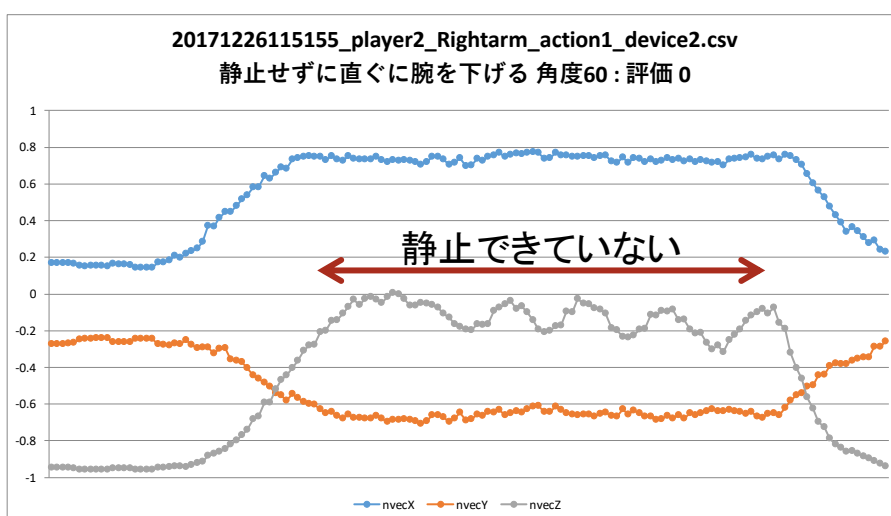
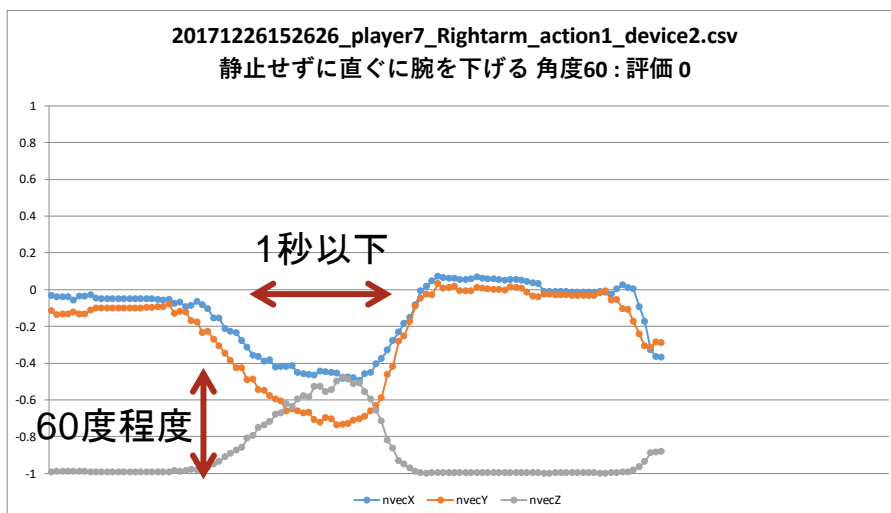
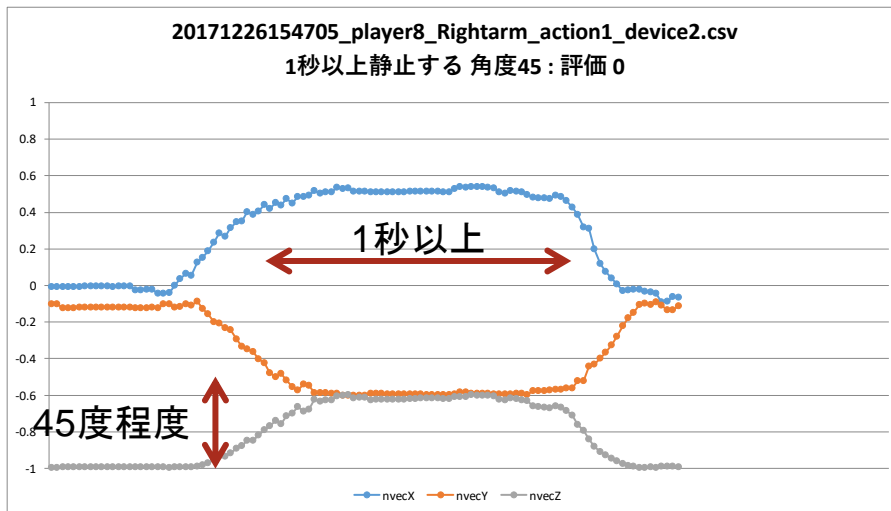
① 学習用データ

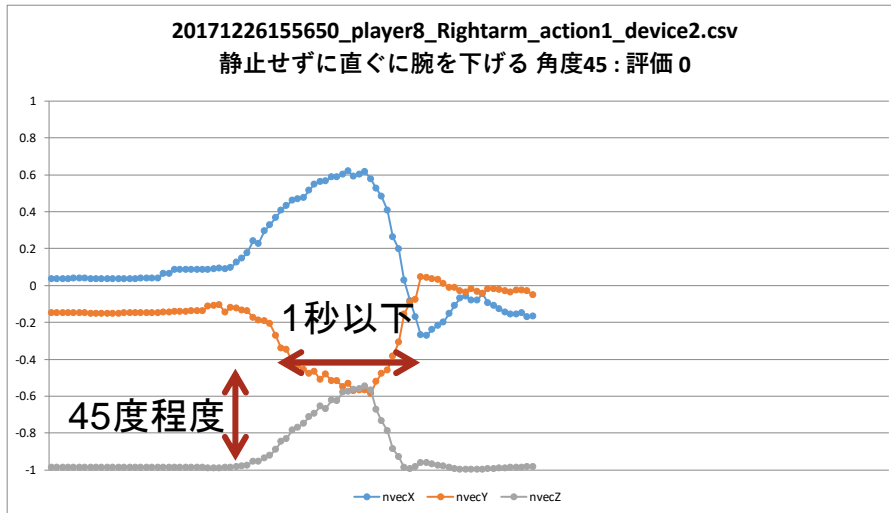
下図に示すような normal Vector のグラフが動きから理論的に最も理想的な形状となったものである。これを基準に学習用に計測したデータを整理していくと、評価値 4 となる動作に対応するグラフは 3 種類程度に分類できる。センサーの値では 45 度、60 度程度しか上がっていないものの、正しく動作できると評価している場合があることがわかった。





一方で、評価値 0 となる動作についても次図のように、上げられた角度 45 度、60 度程度にとどまっておき、一定の高さまで上がっていないとみなされている。さらに、一定の高さまで上がったものの短時間しか静止できていない場合や高さを維持できずに変動が継続するケースの 3 種類に分類される。

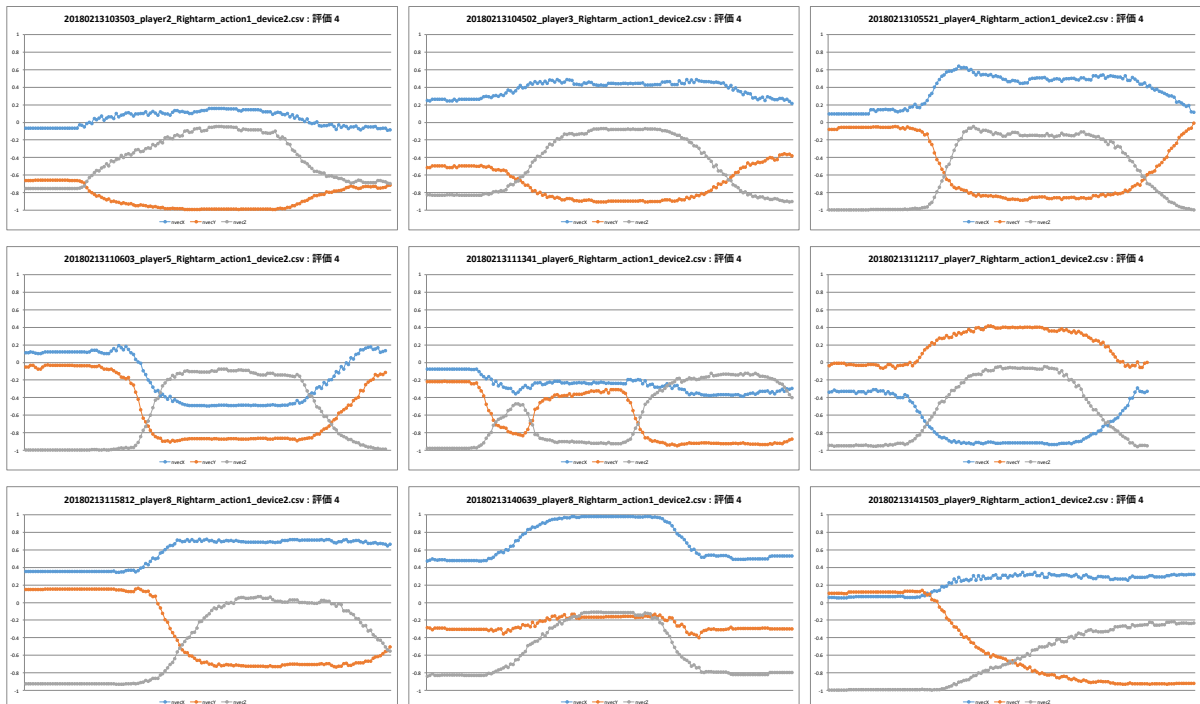


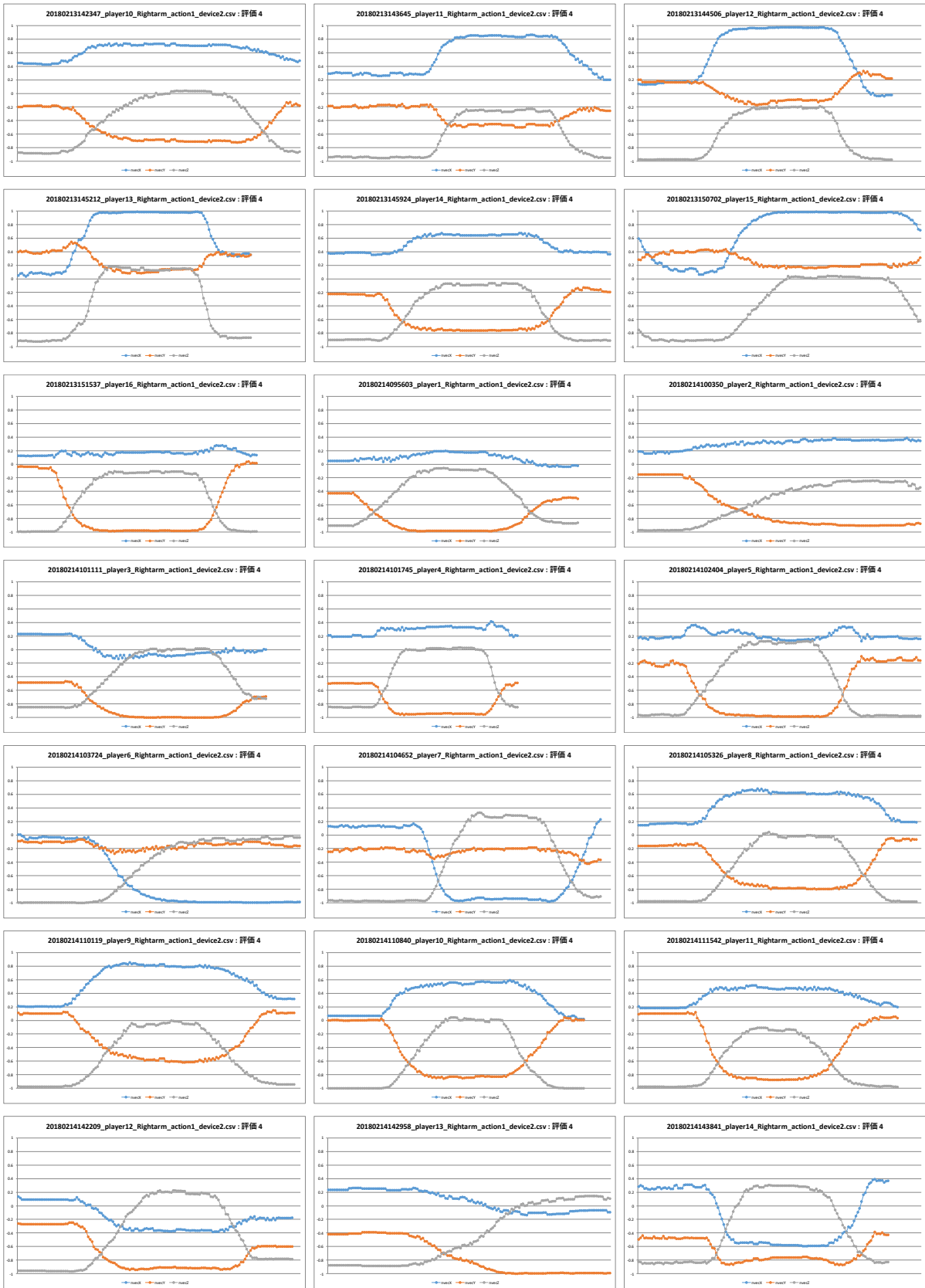


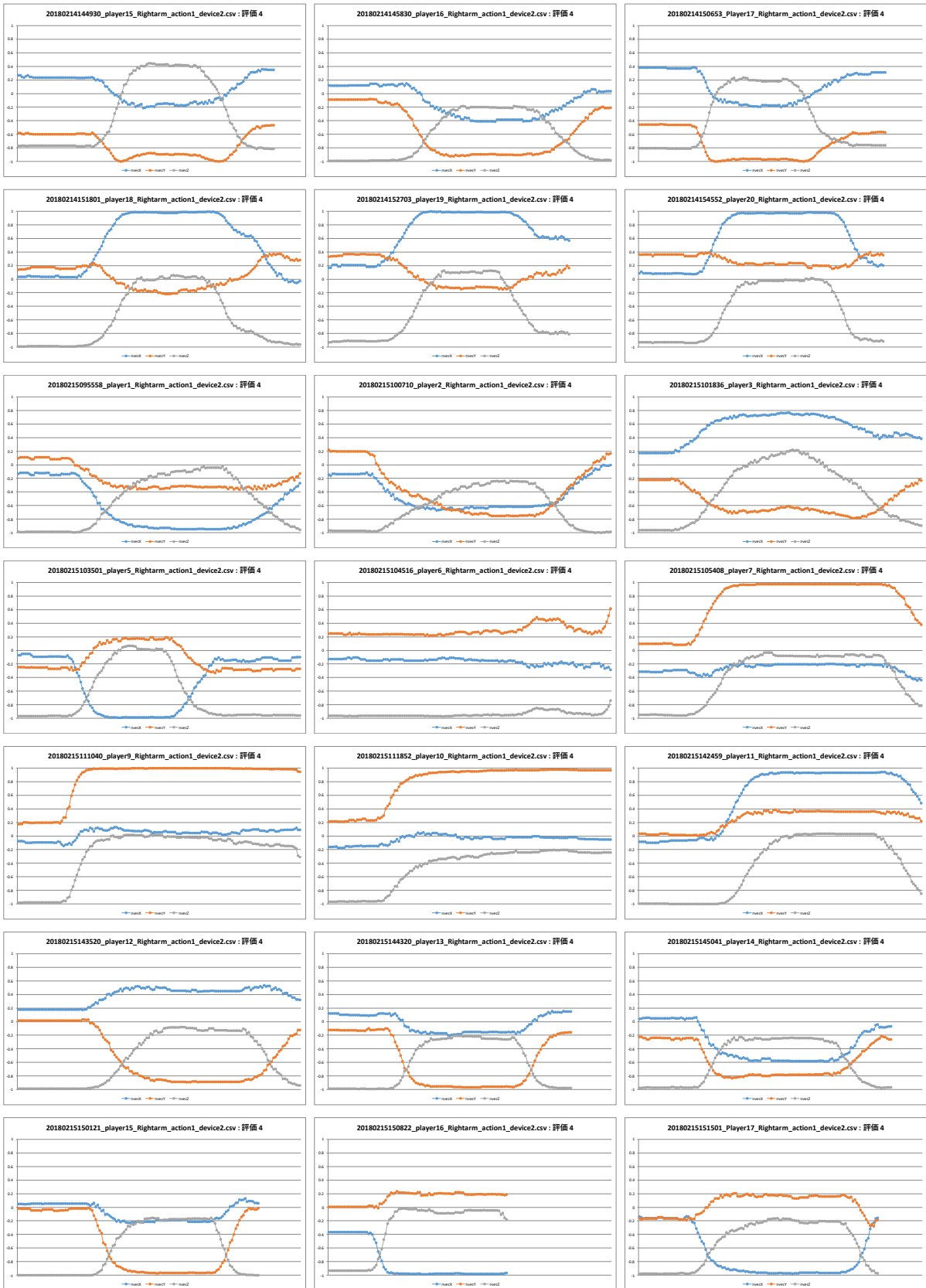
② 評価用データ

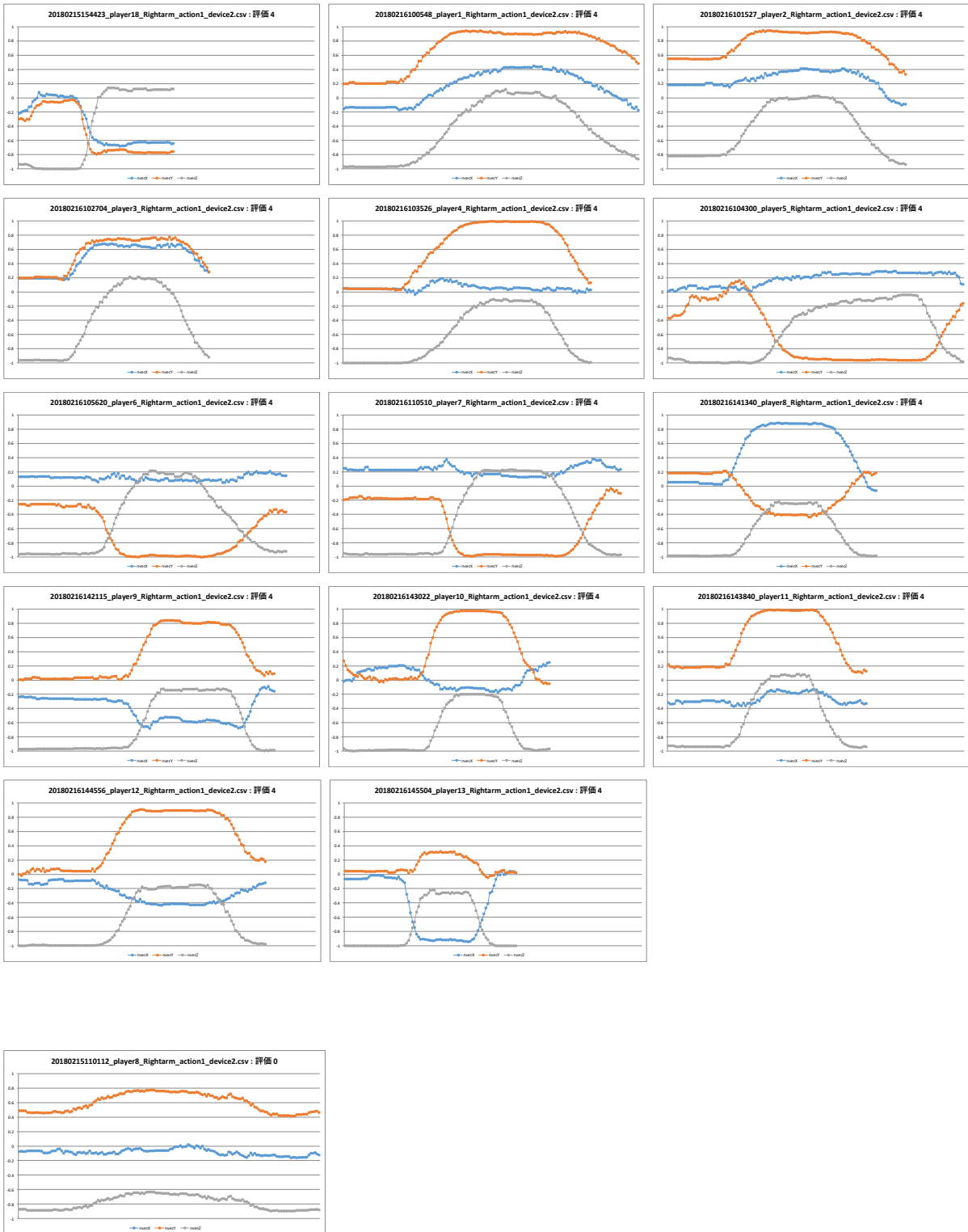
下図に示すグラフは、評価用データから評価値が 4 となっているもの、つまり指定された動作である上肢が正しく前方に持ち上げられていると判断されたグラフである。学習用データで明らかになったように Z 値が-1.0 付近から 0 程度まで変動し、さらに一定の時間を維持しているものである。

一方、今回の被験者では、前方への拳上ができない事例は 1 件のみであり、下向きから 20 度程度持ちあげたところで痛み等が原因により動作を終了したものである。グラフ上でもそのことが表れている。







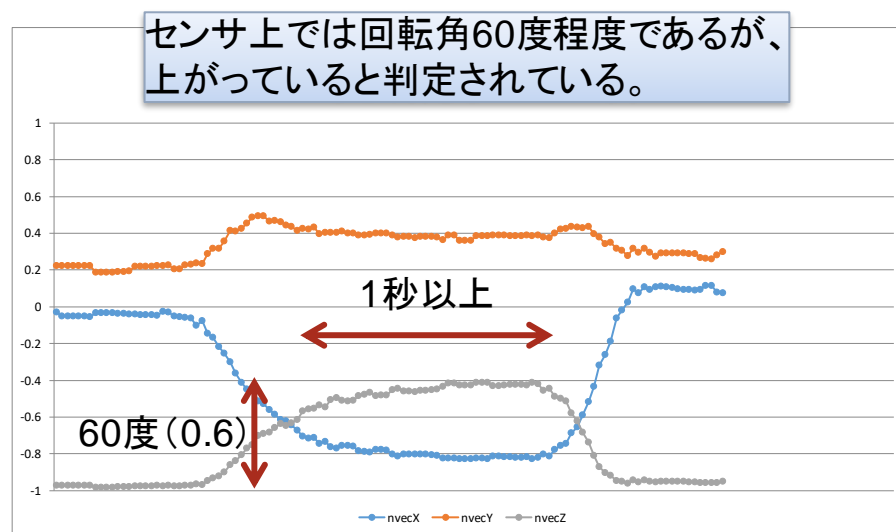
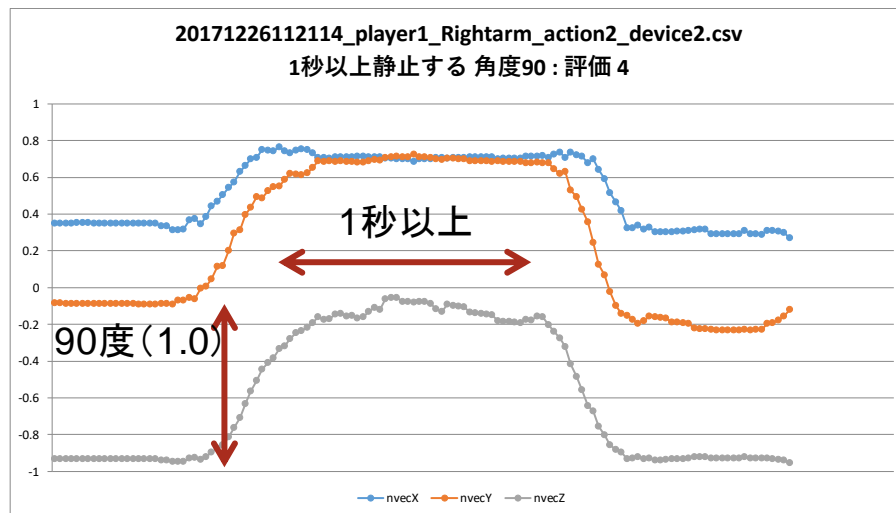


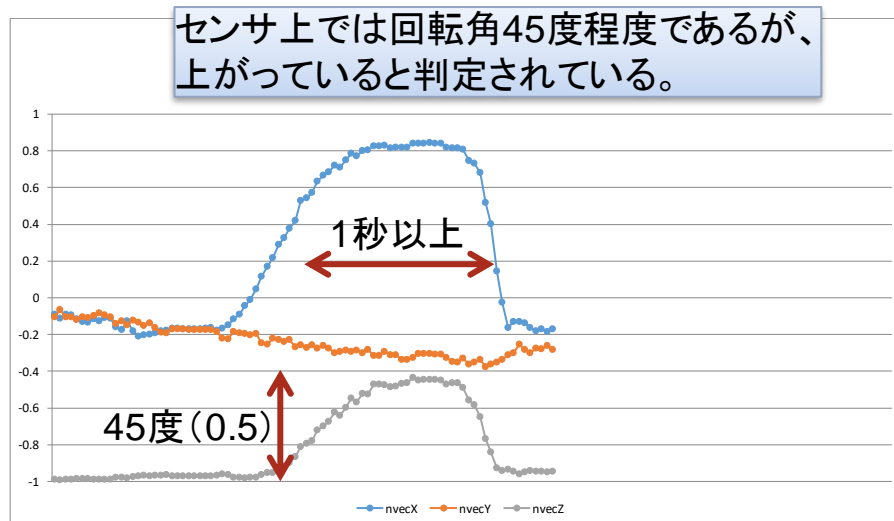
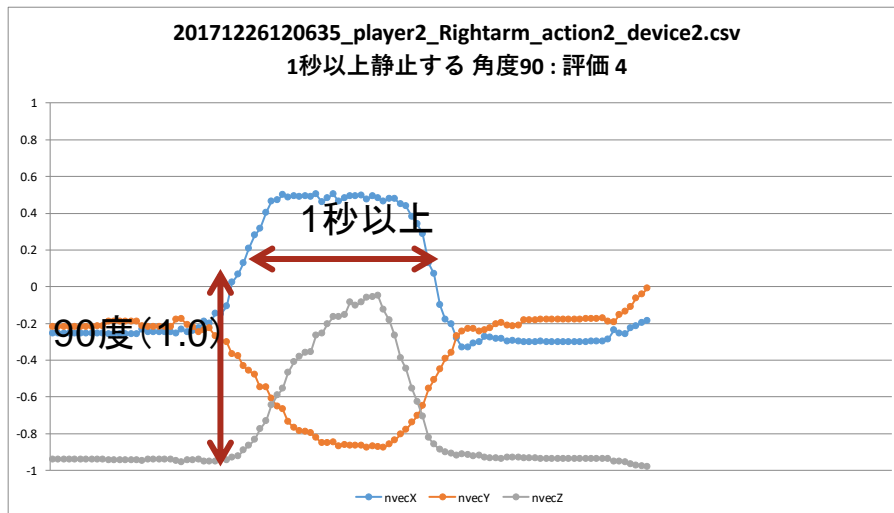
(2) 横方向に拳上した場合の右腕センサーの分析結果 (Action2)

動作1 (Action1) と同様に右腕を拳上する動作であるが、前方ではなく横方向へ拳上する動作である。

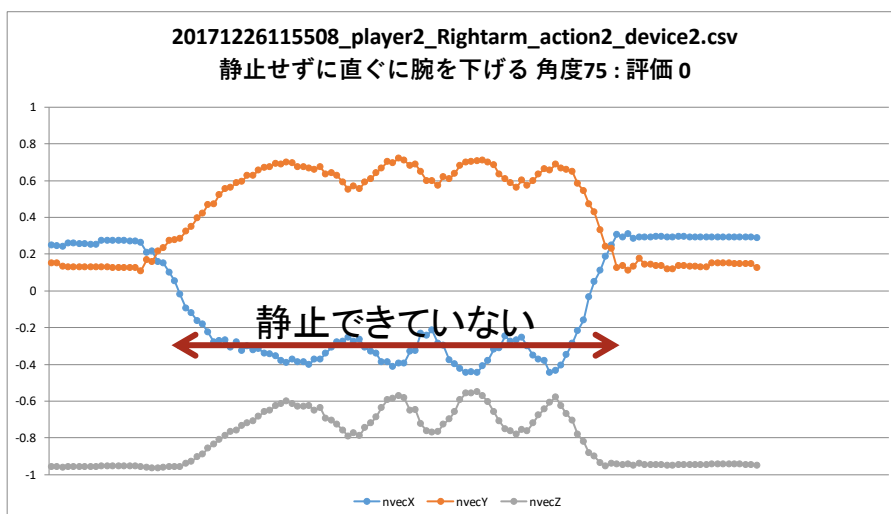
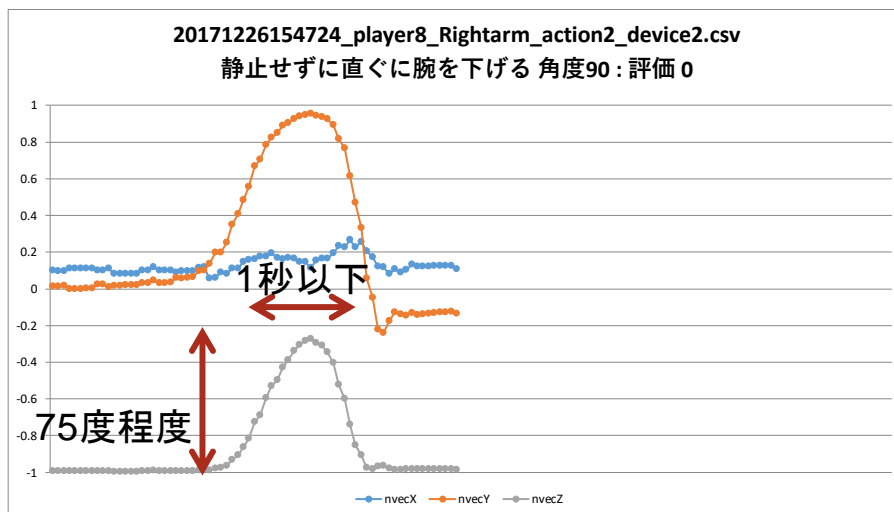
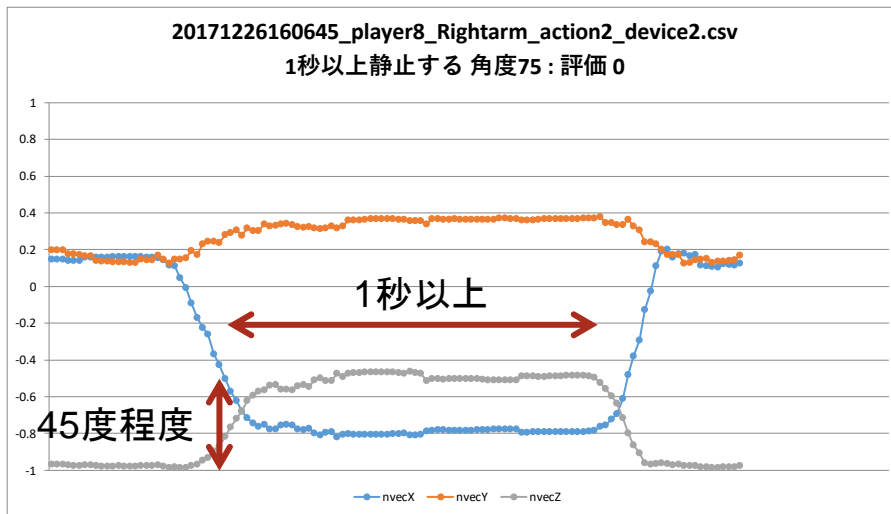
① 学習用データ

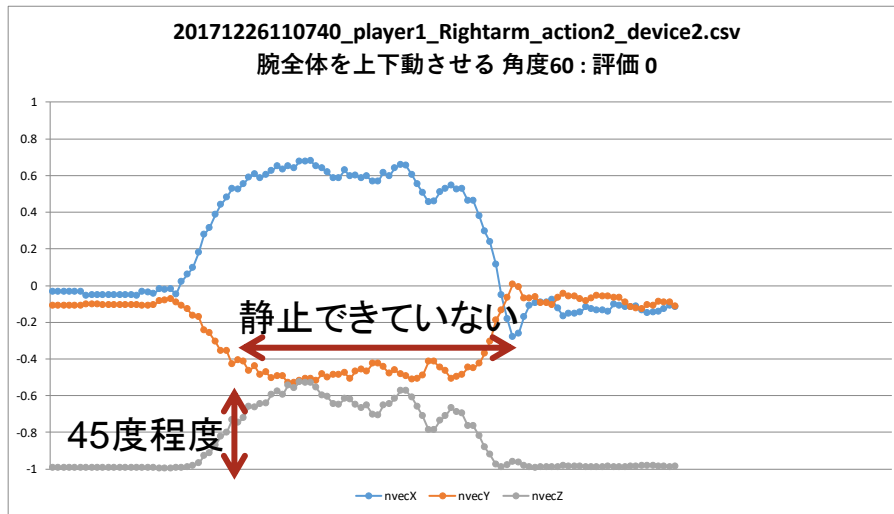
下図に示すような Normal Vector のグラフは、動作に対して理論的に最も理想的な形状となったものである。これを基準に学習用に計測したデータを整理していくと、評価値4となる動作に対応するグラフは3種類程度に分類できる。ただし、センサーの計測値では45度、60度程度しか上がっていないように見られる動作に対して、いずれも水平まで拳上した動作であり正しく動作できていると評価されている場合があることがわかった。





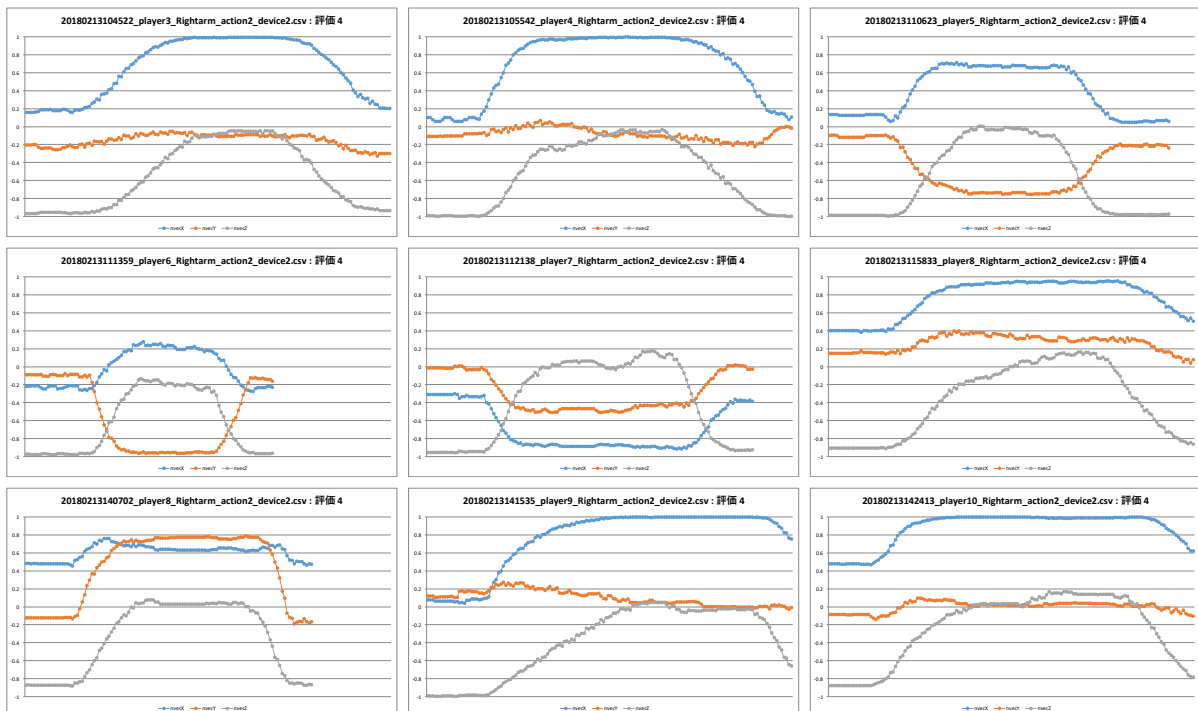
下図に示すように、「動作 1」と同様に、静止状態を維持できない場合として、細かく振動してしまう場合や一定の高さまで拳上できない場合には、評価値 0 となっている。

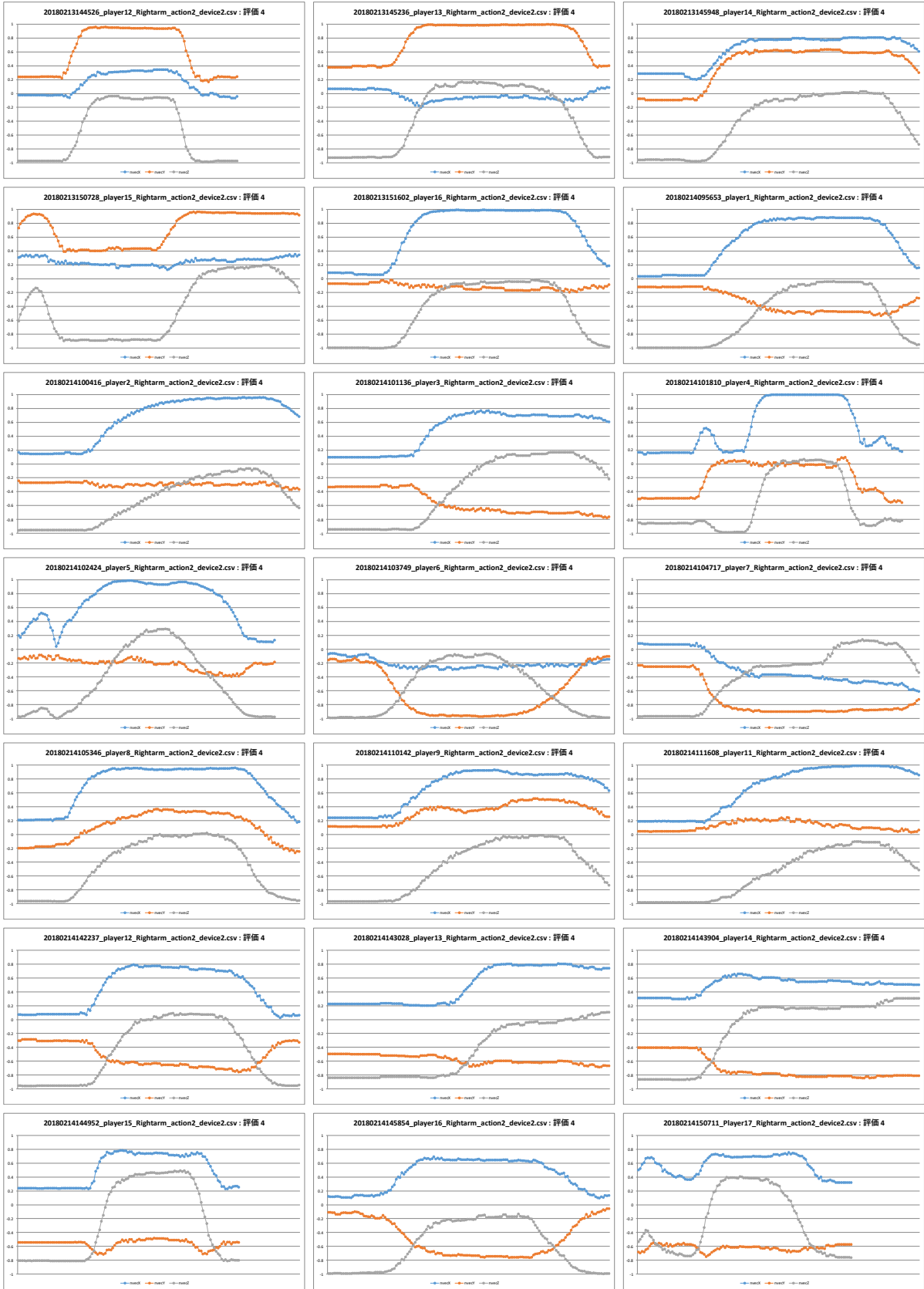


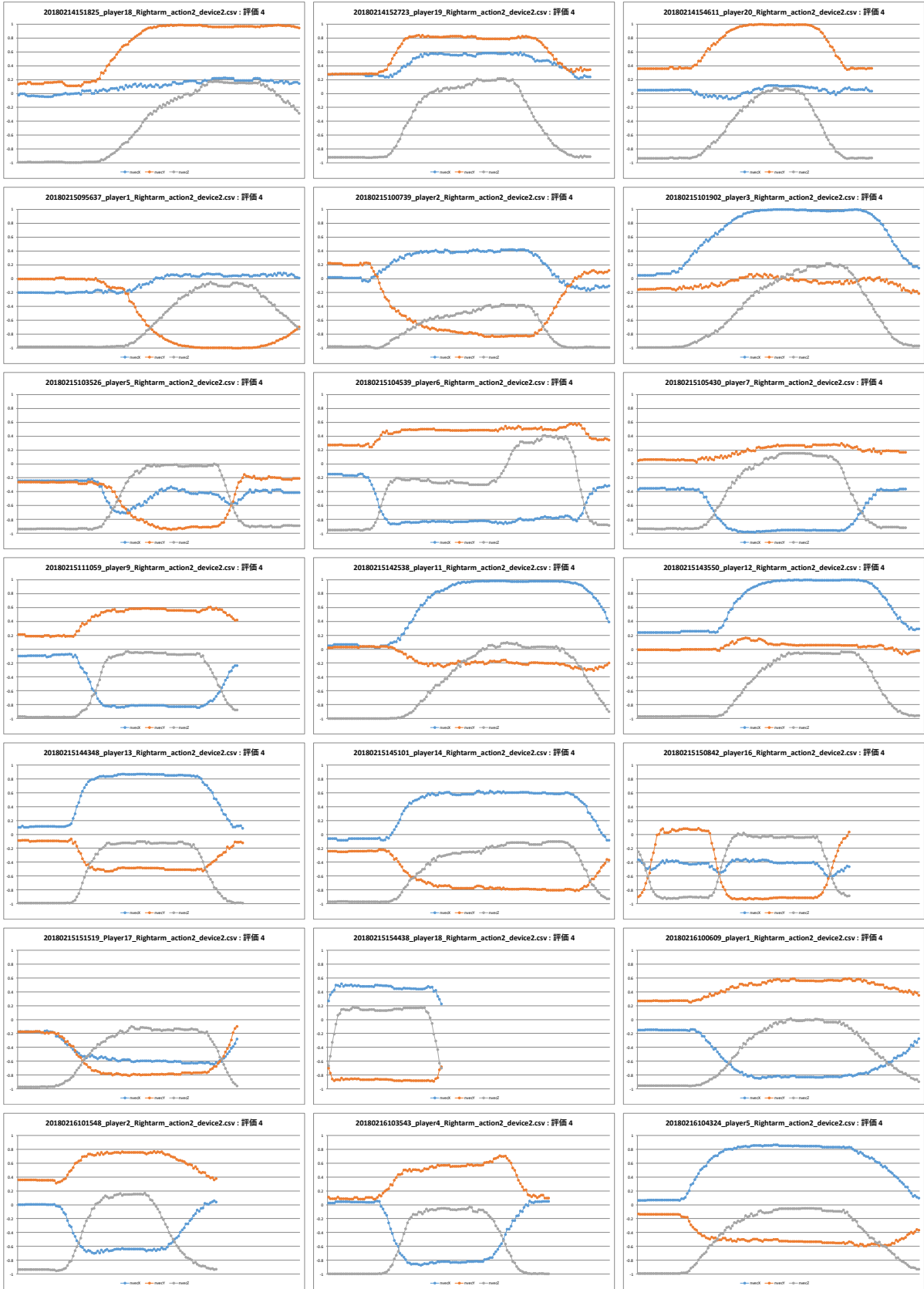


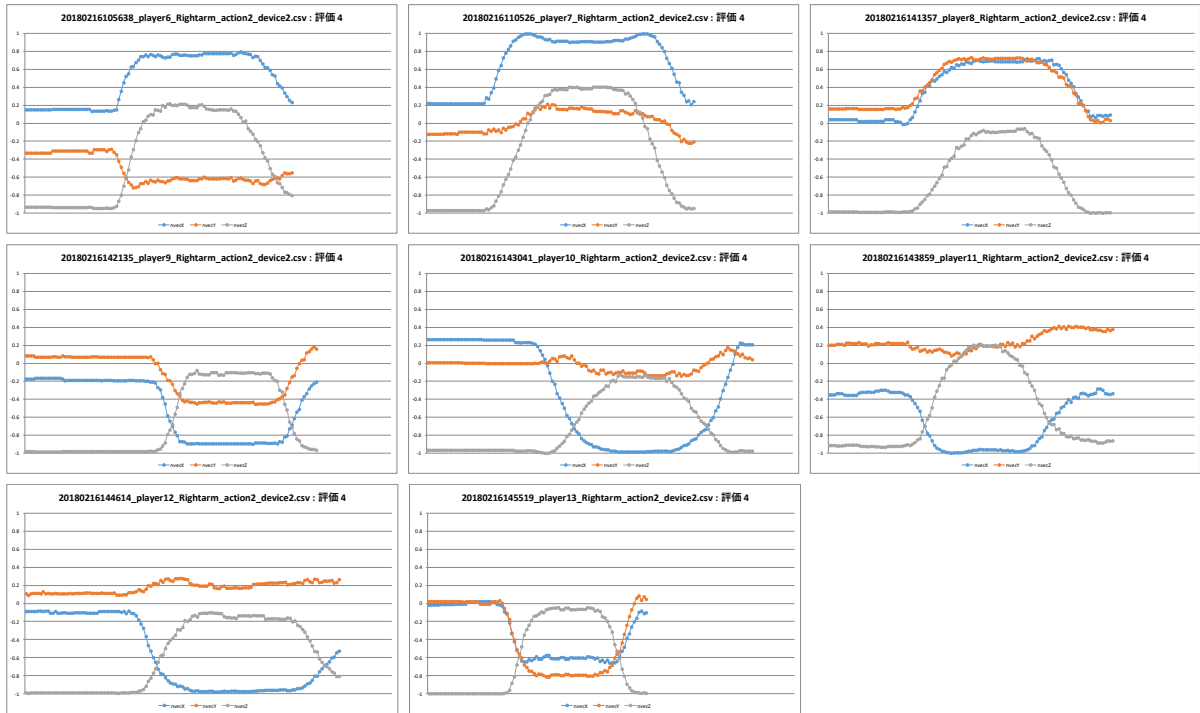
② 評価用データ

下図に示すグラフは、評価用データから評価値が4となっているもの、上肢が正しく横方向に持ち上げられていると判断されたグラフである。学習用データで示したようにZ値が1.0付近から0程度まで変動し、さらに一定の時間を維持している。一部に、0.6程度しか変動していないケースも見られる。

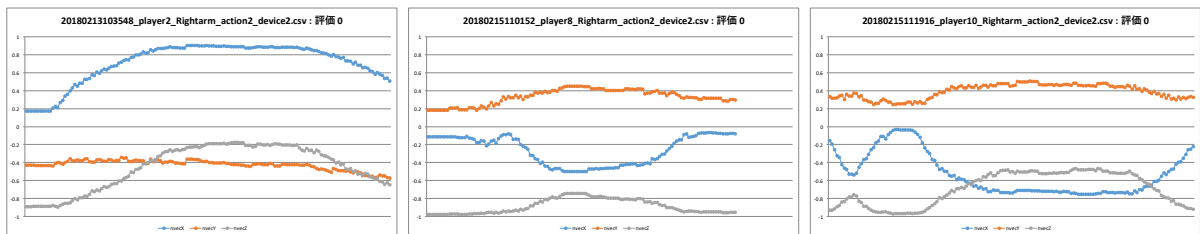








一方、今回の被験者では、横方向への拳上できない事例は 3 件のみであったが、下向きから 60 度程度持ちあげているようなデータも見られる（下左図）。残り 2 件については、30 度程度しか持ち上げられなかったことがグラフ上でも示されている（下中央図、下右図）。



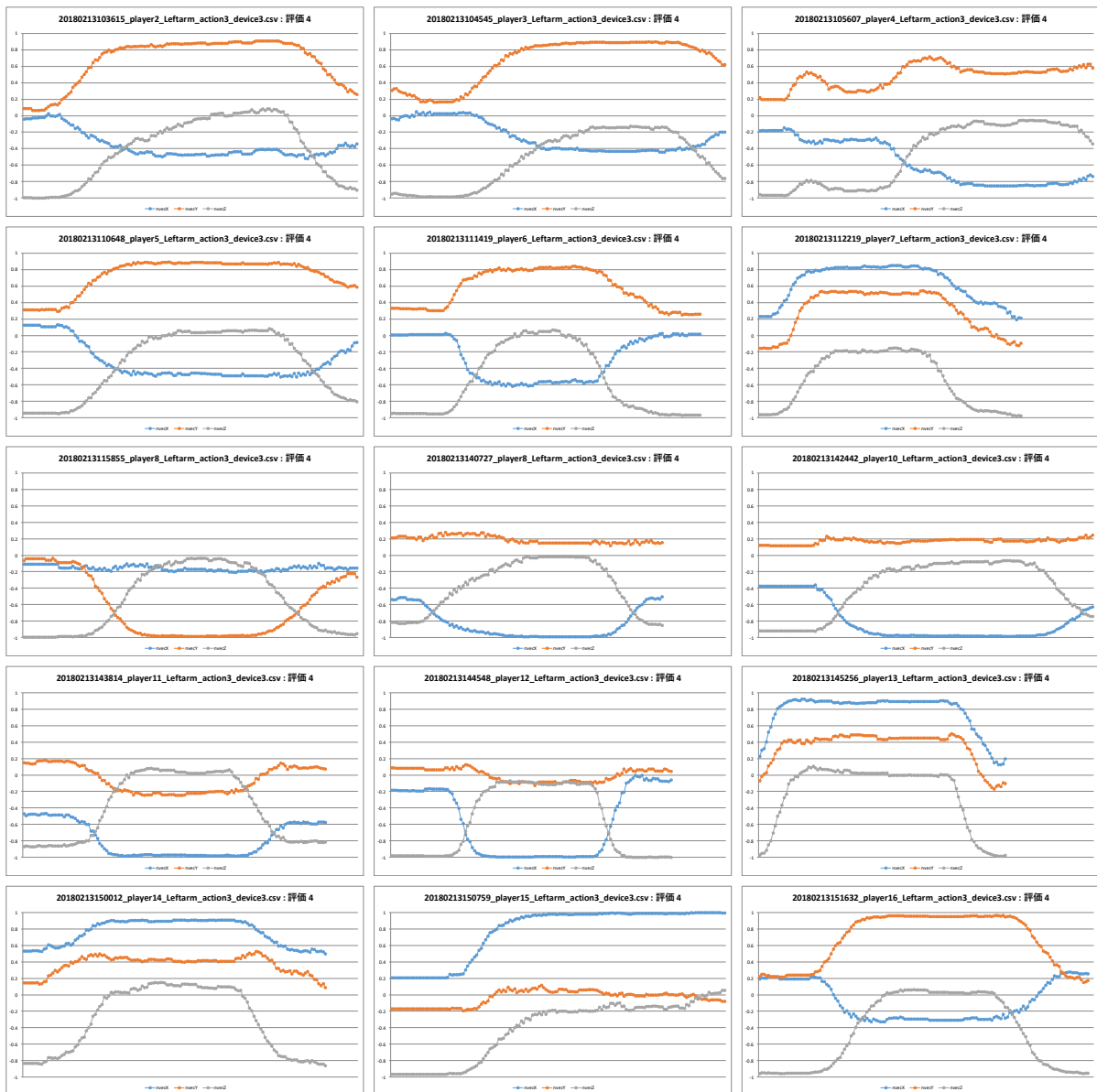
(3) 前方に拳上した場合の左腕のセンサーの分析結果 (Action3)

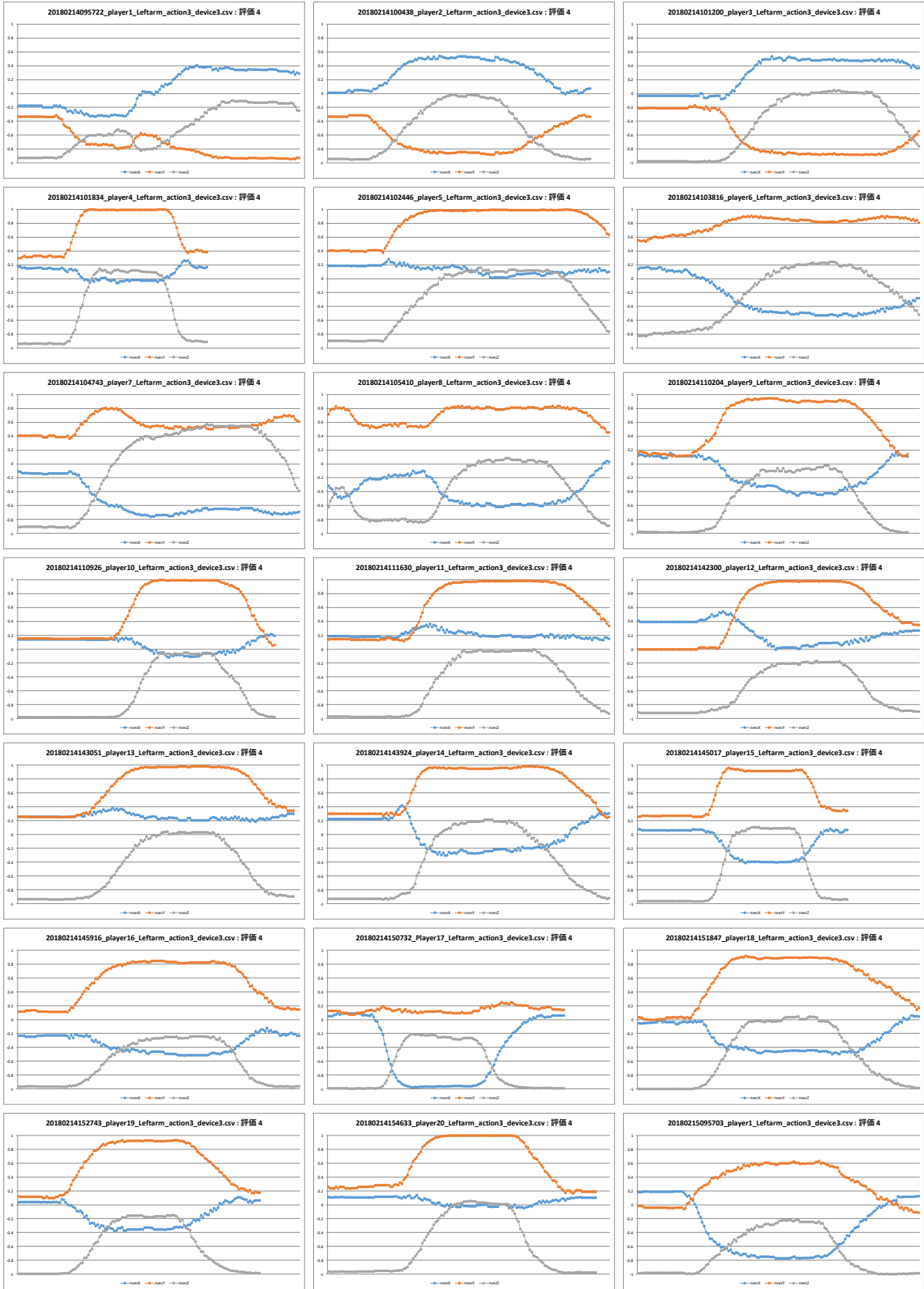
① 学習用データ

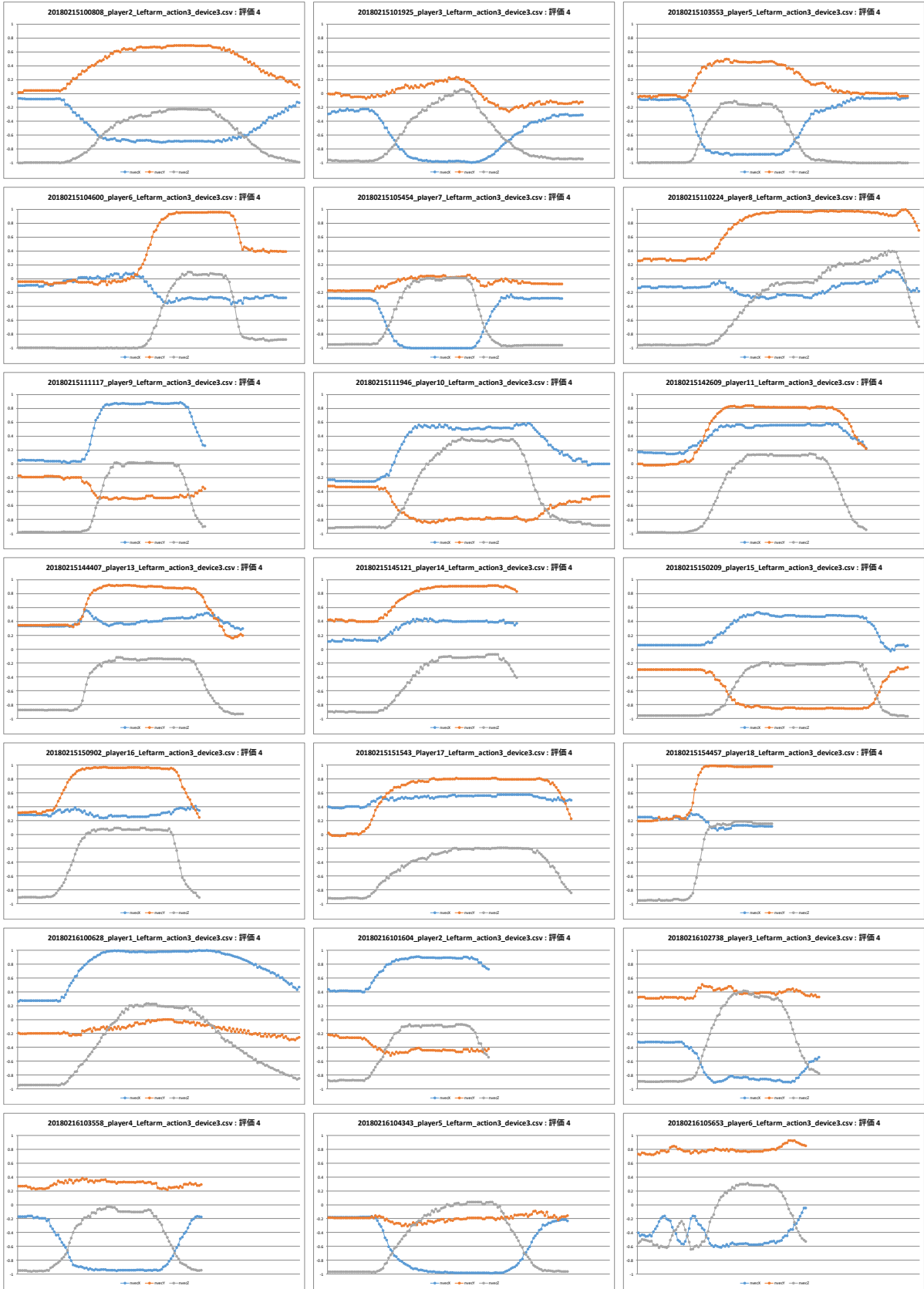
動作 1 (Action1) と同様に計測を実施した。測定結果についても同様であるため、詳細な分析結果について掲載を省略した。

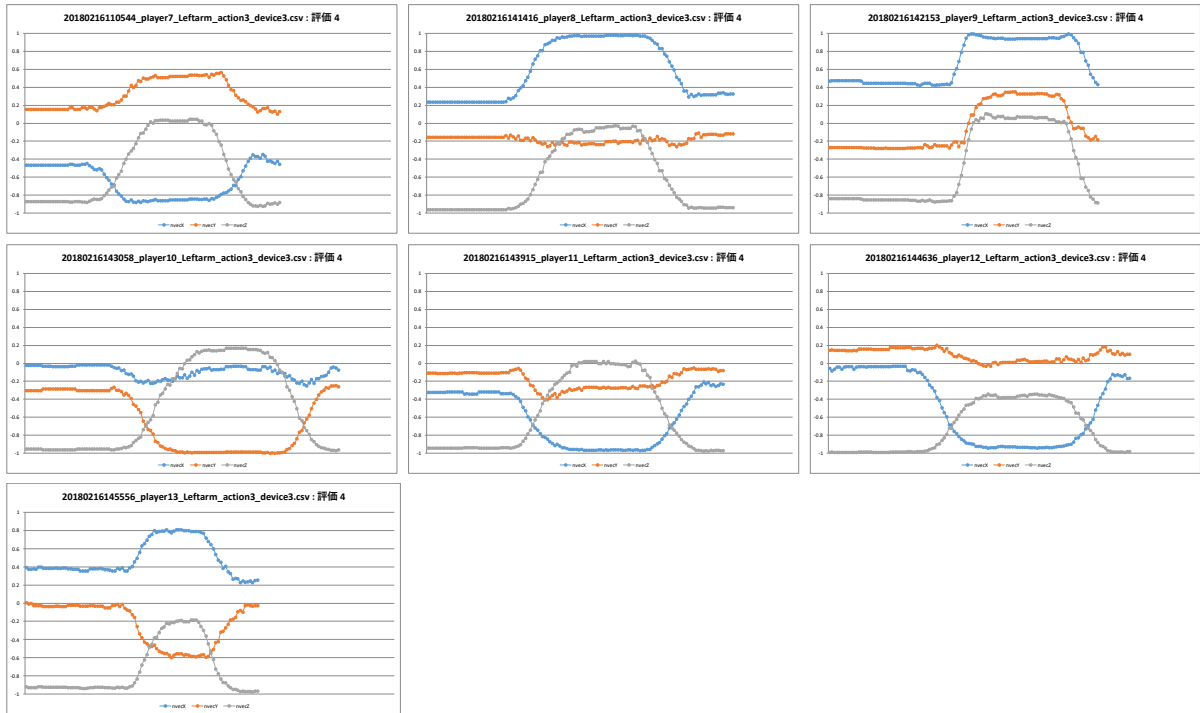
② 評価用データ

下図に示すグラフは、評価用データから評価値が 4 となっている、上肢が正しく前方に持ち上げられていると判断されたグラフである。動作 1 と同様に Z 値が-1.0 付近から 0 程度まで変動し、さらに一定の時間を維持しているものである。

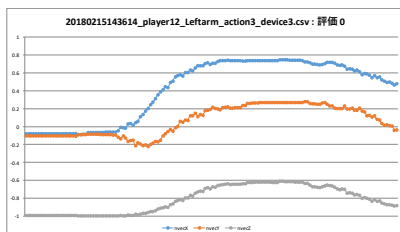








一方、今回の被験者では、横方向への拳上ができない事例は1件のみであり、下向きから30度程度持ちあげたところで痛み等が原因により動作を終了したものである。グラフ上でもそのことが表れている。



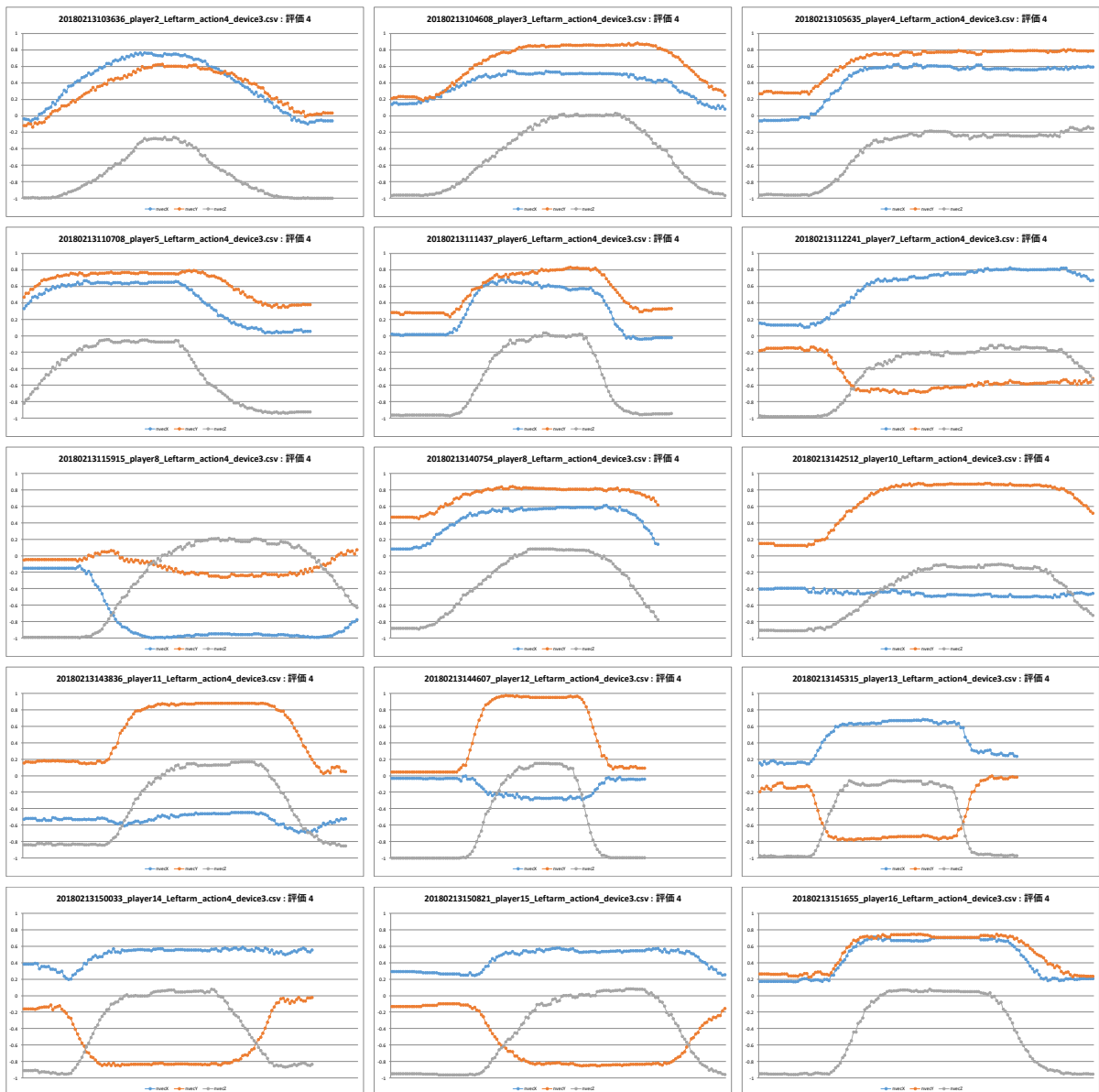
(4) 横方向に拳上した場合の左腕のセンサーの分析結果 (Action4)

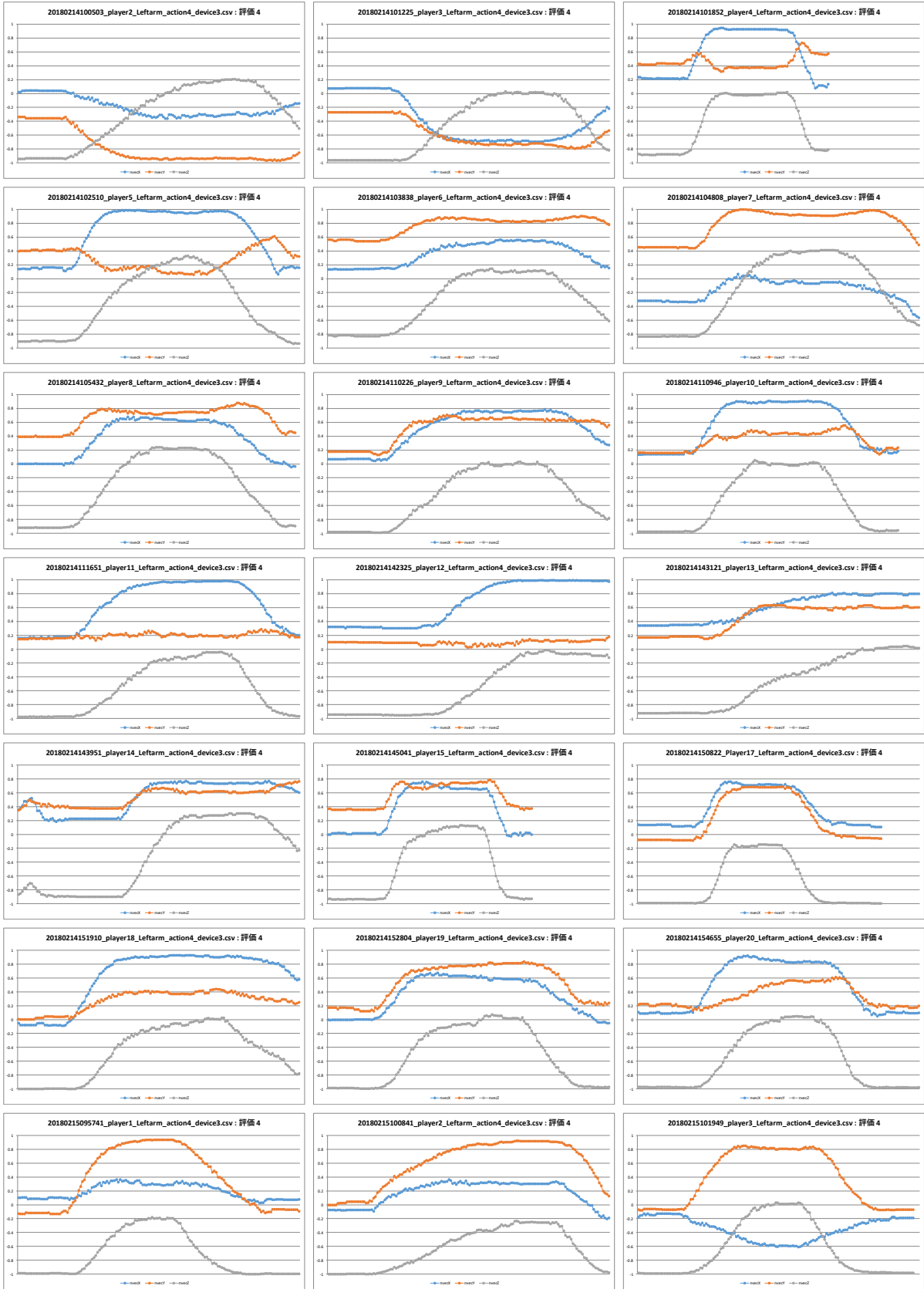
① 学習用データ

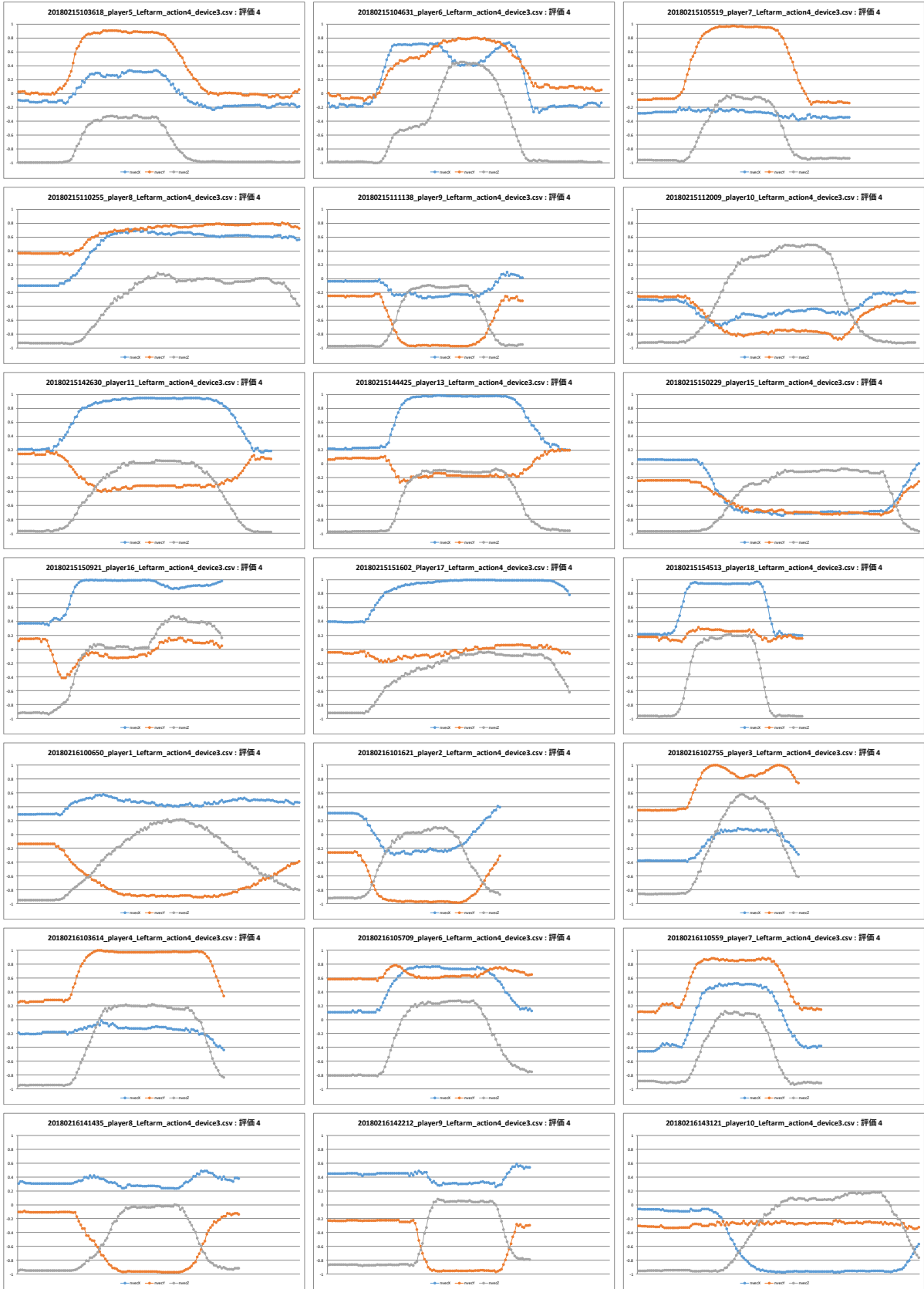
左上肢を対象にして、右上肢で行った動作 2 (Action2) と同様に計測を実施した。測定結果についても同様であるため、詳細な分析結果について掲載を省略した。

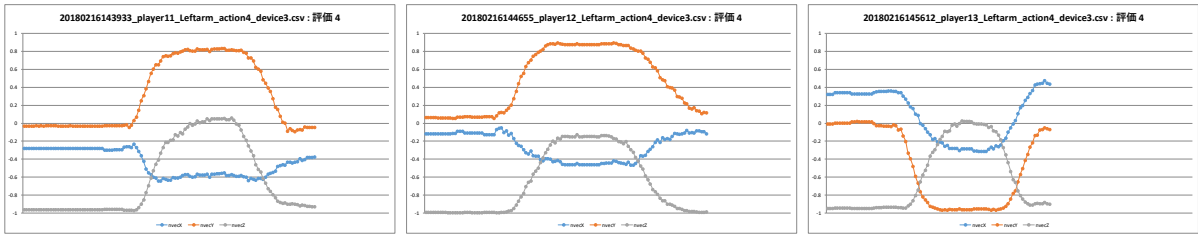
② 評価用データ

下図に示すグラフは、評価用データから評価値が 4 となっている、上肢が正しく前方に持ち上げられていると判断されたグラフである。動作 1 と同様に Z 値が-1.0 付近から 0 程度まで変動し、さらに一定の時間を維持しているものである。

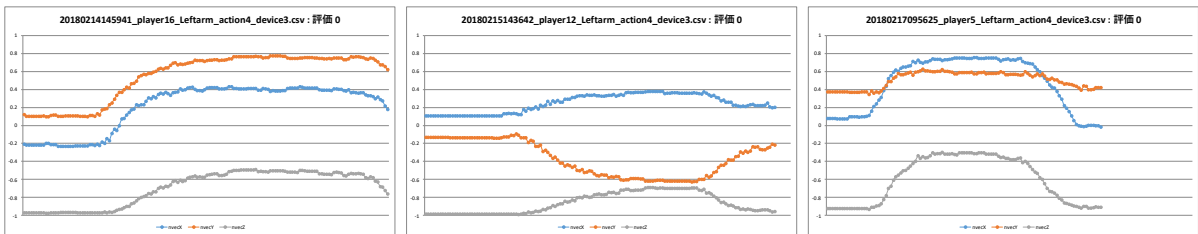








一方、今回の被験者では、横方向への拳上できない事例は 3 件のみであったが、下向きから 45 度から 60 度程度持ちあげているようなデータも見られる（下左図、下右図）。残り 1 件については、20 度程度しか持ち上げられなかったことがグラフ上でも示されている（下中央図）。

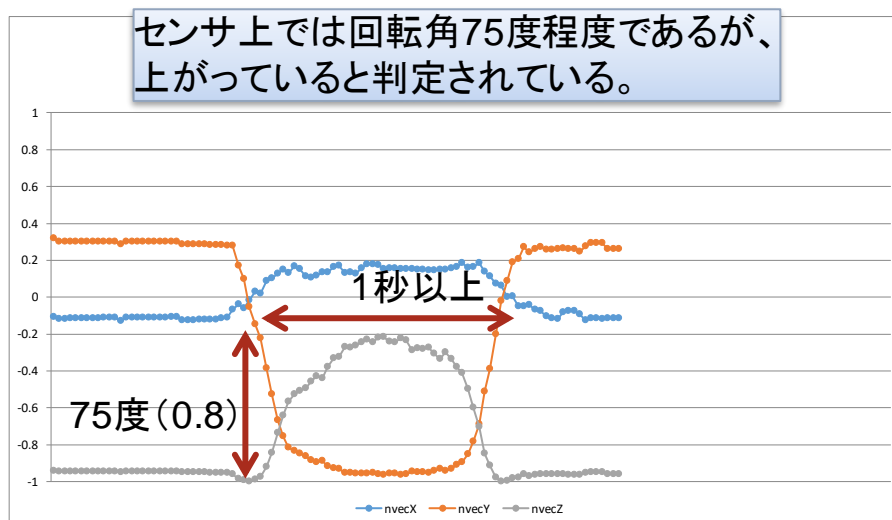
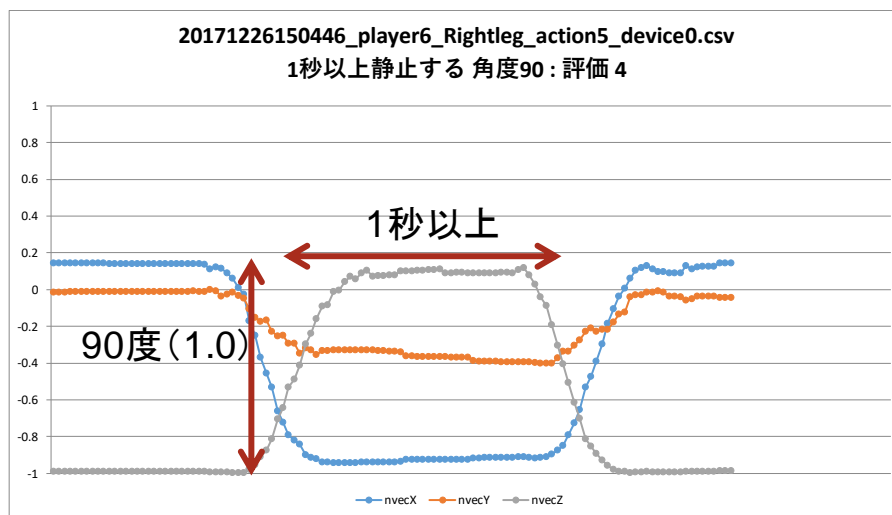


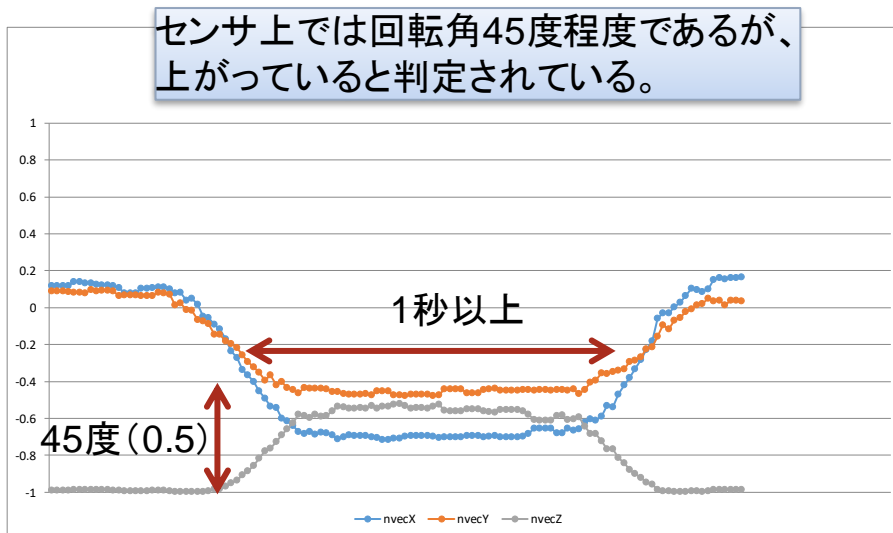
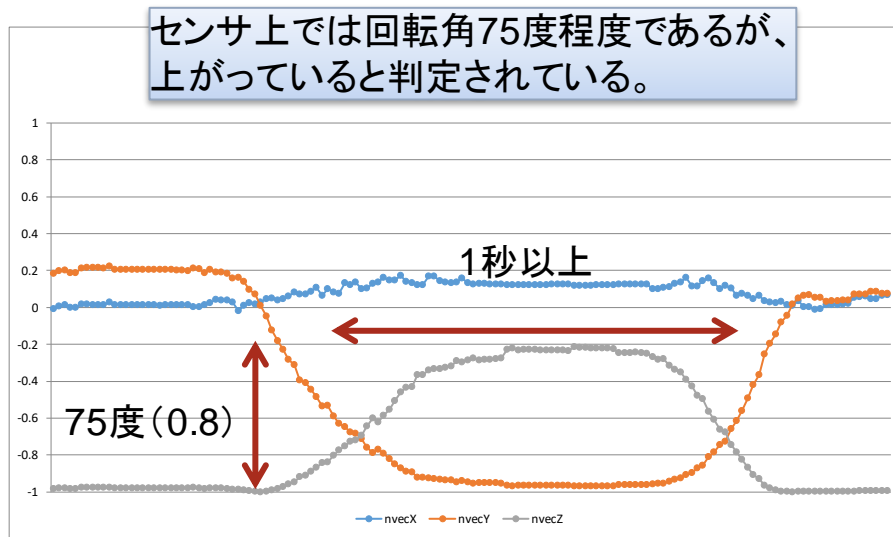
(5) 前方に拳上した場合の右足のセンサーの分析結果 (Action5)

足のすね部分に取り付けたセンサーのデータを用いて、下肢の拳上した状況を判断する。

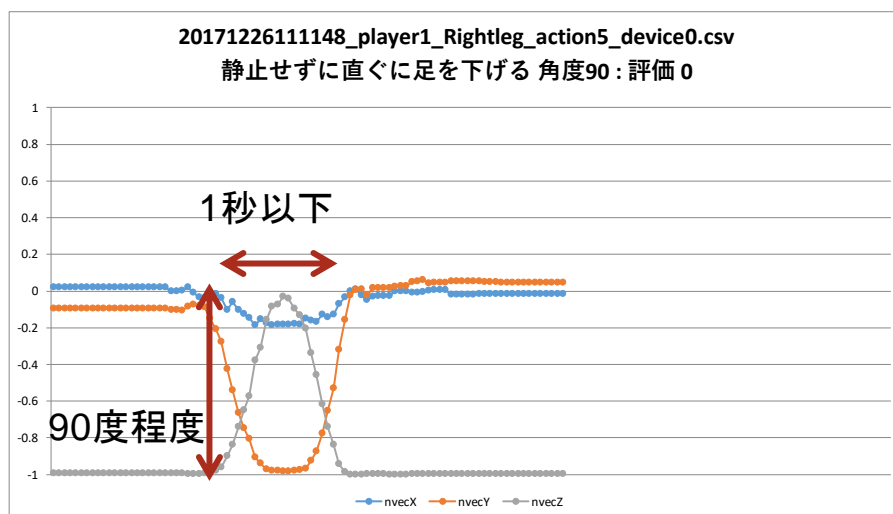
① 学習用データ

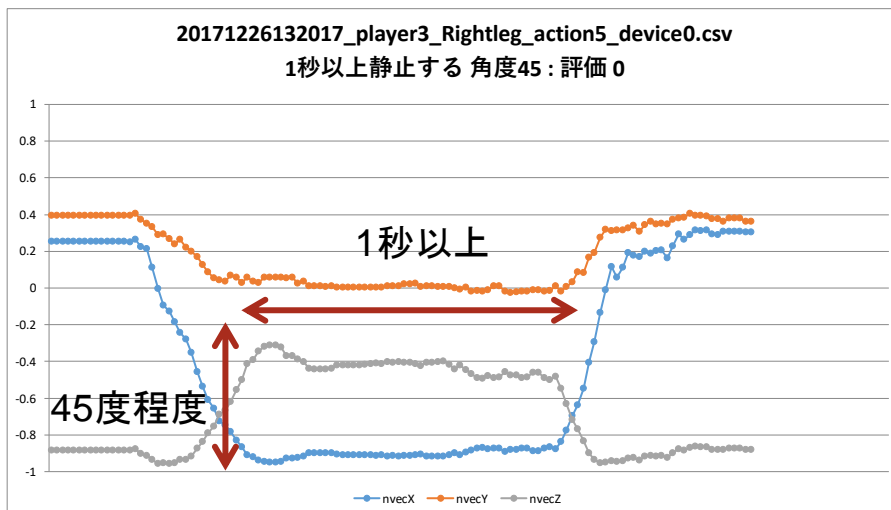
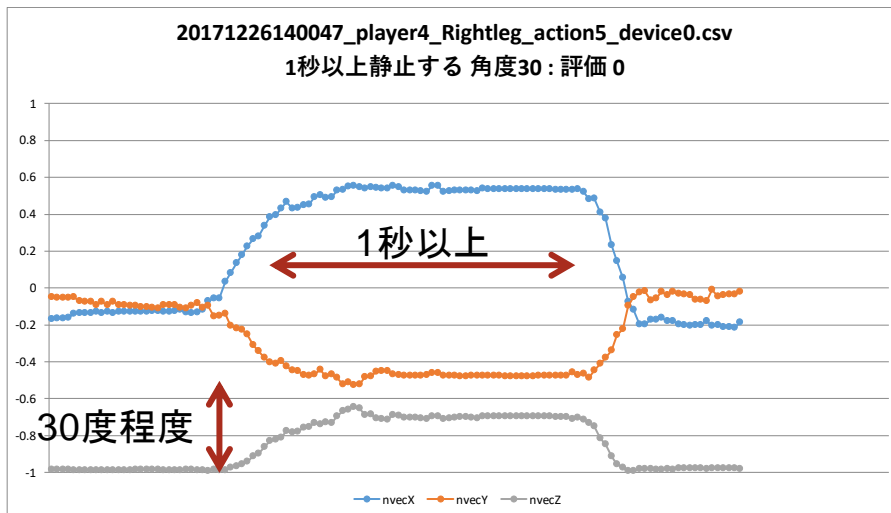
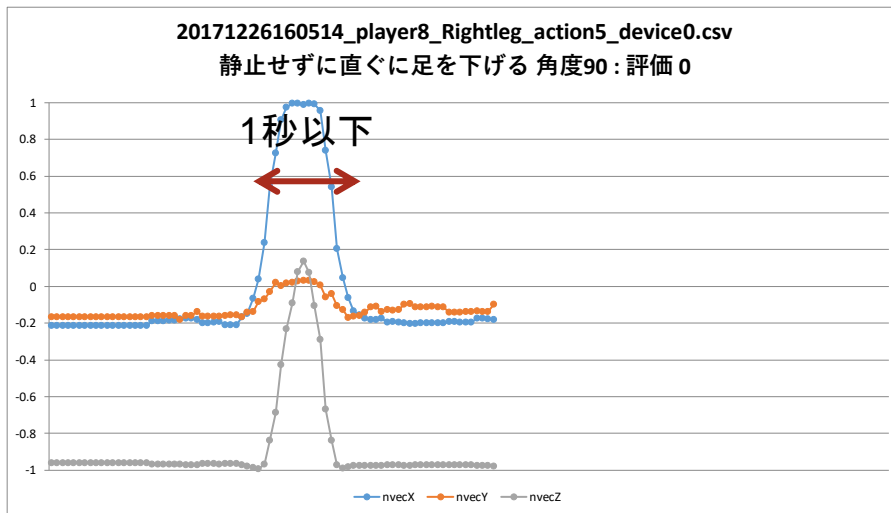
上肢の前方への拳上する動作 1 (Action1) と同様に計測を実施して測定結果を示した。これを基準に学習用に計測したデータを整理していくと、評価値 4 となる動作に対応するグラフは 2 種類に分類できる。変動幅が 1.0 となる 90 度相当程度が拳上されているもの、センサーの値では 45 度から 75 度程度しか上がっていないものの、いずれについても正しく動作できると評価している場合があることがわかった。





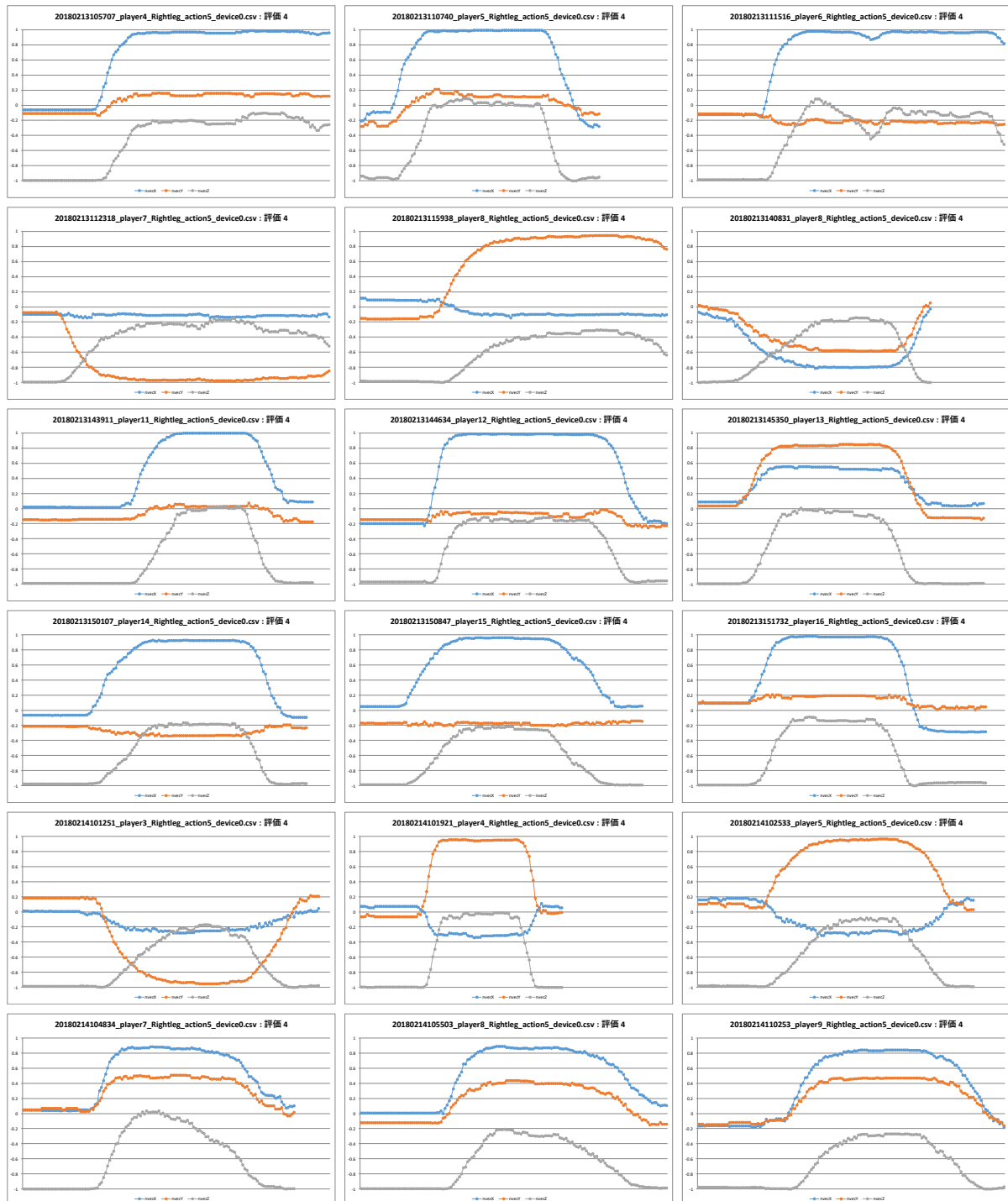
下肢を拳上して静止できた時間が1秒以下となっているケースと最大で45度程度しか拳上できなかった場合について評価0と判断されている。

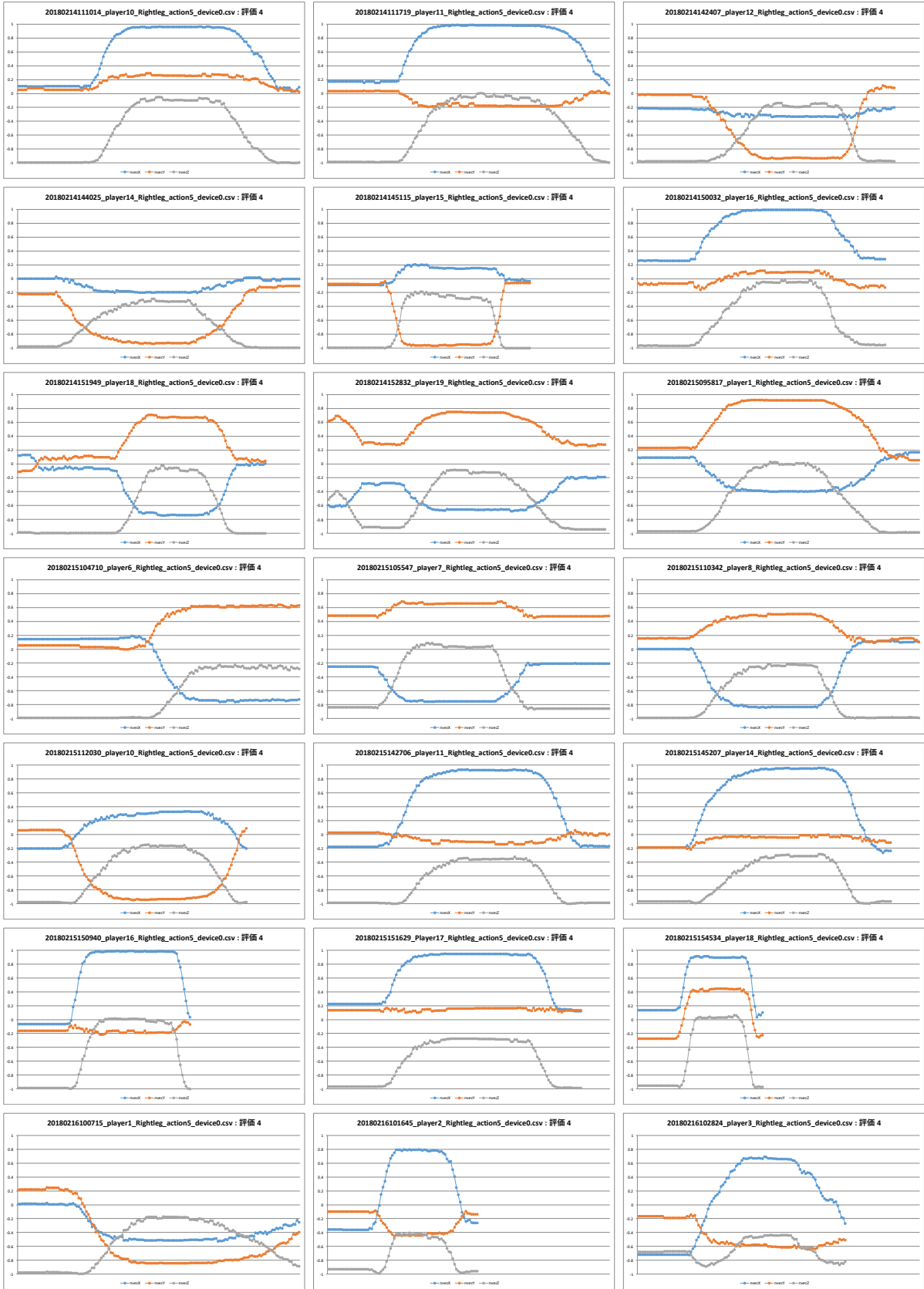


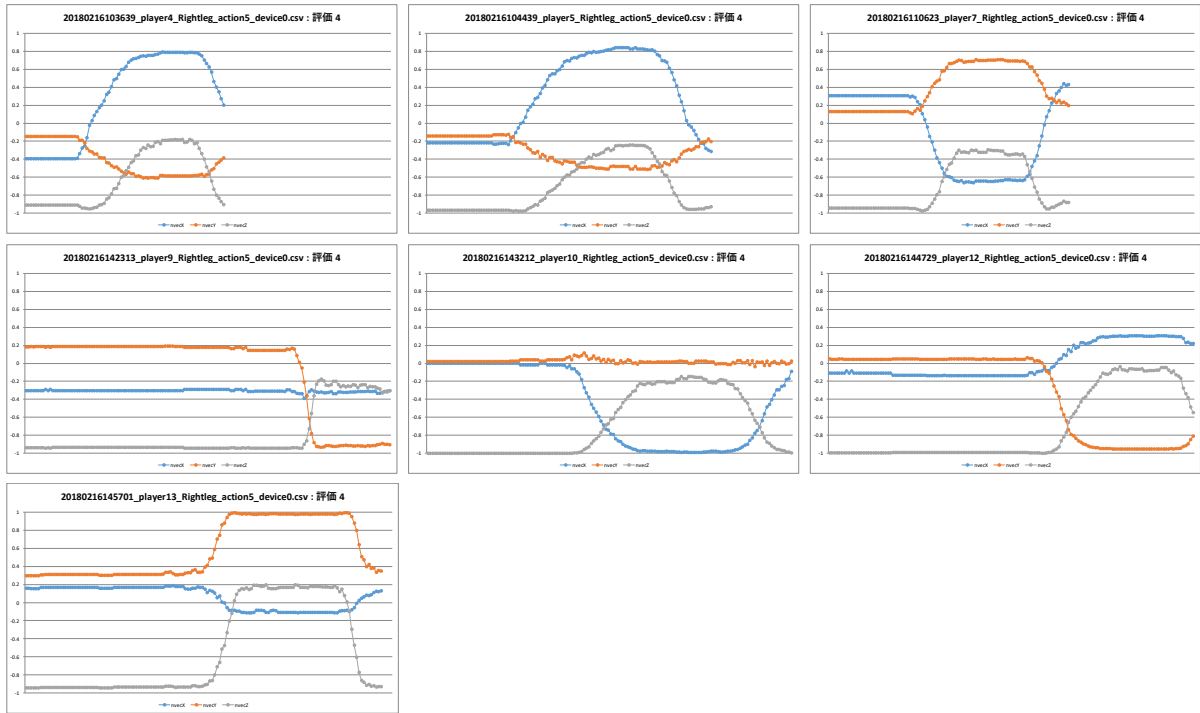


② 評価用データ

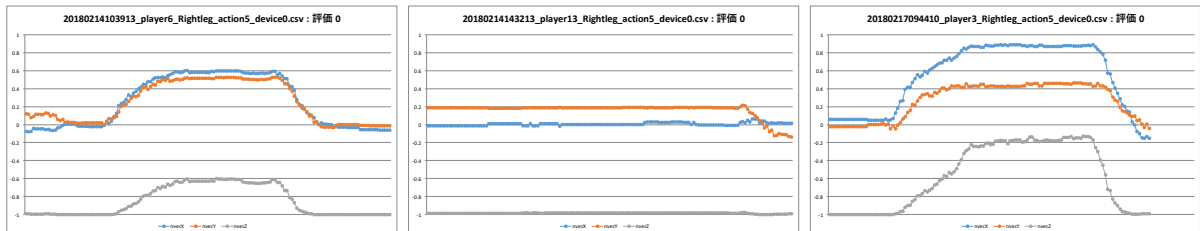
下図に示すグラフは、評価用データから評価値が4となっている、下肢が正しく前方に持ち上げられていると判断されたグラフである。動作1と同様にZ値が-1.0付近から0程度まで変動し、さらに一定の時間を維持しているものである。







一方、今回の被験者では、前方への拳上できないと判定された事例は 3 件のみであった。下向きから 75 度程度持ちあげているようなデータも見られる（下右図）。残り 2 件については、30 度程度、あるいはまったく持ち上げられなかったことがグラフ上でも示されている（下中央図、下左図）。



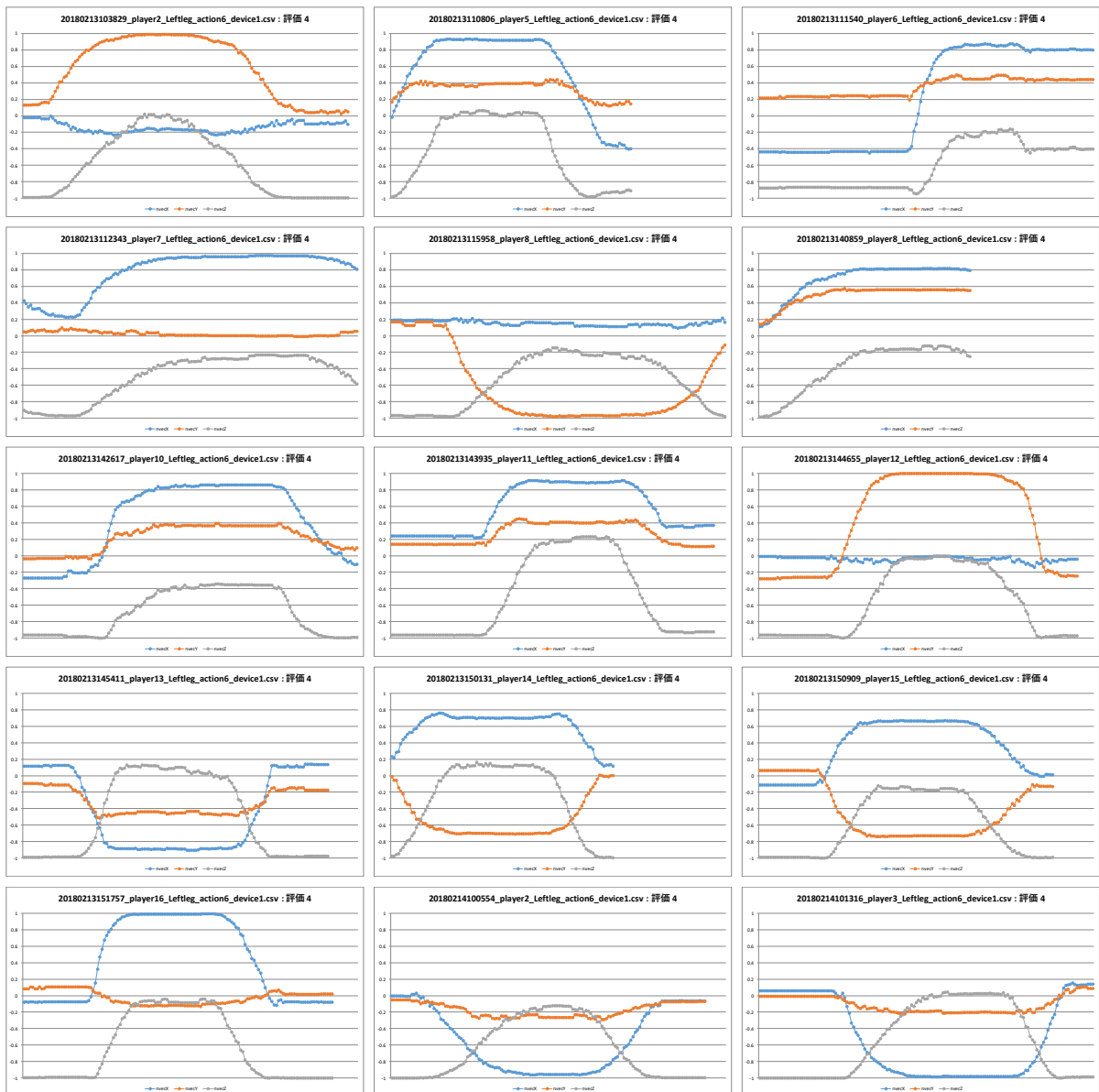
(6) 前方に拳上した場合の左足のセンサーの分析結果 (Action6)

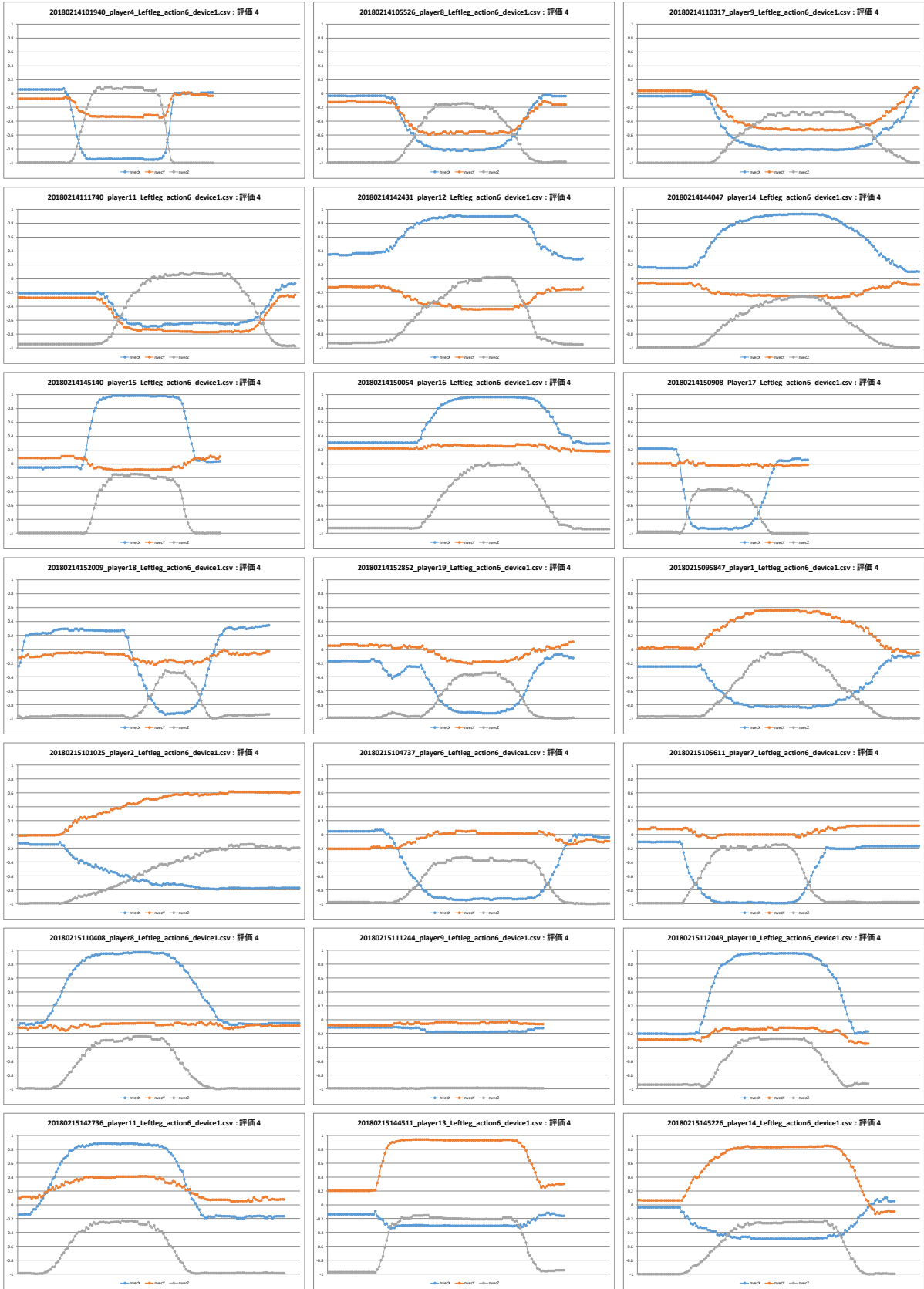
① 学習用データ

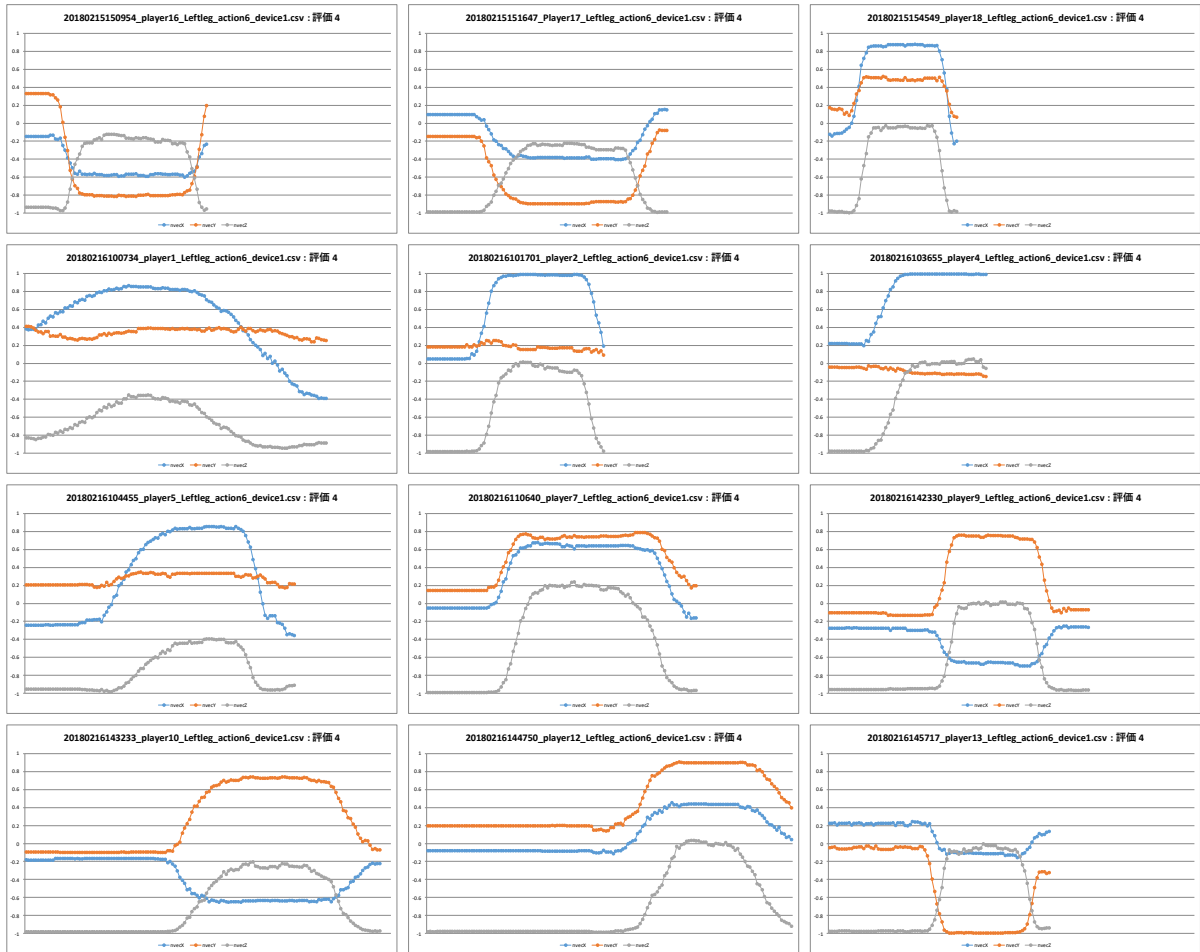
左足の拳上する動作について、右足の動作 5 (Action5) と同様に計測を実施した。測定結果についても同様であるため、詳細な分析結果について掲載を省略した。

② 評価用データ

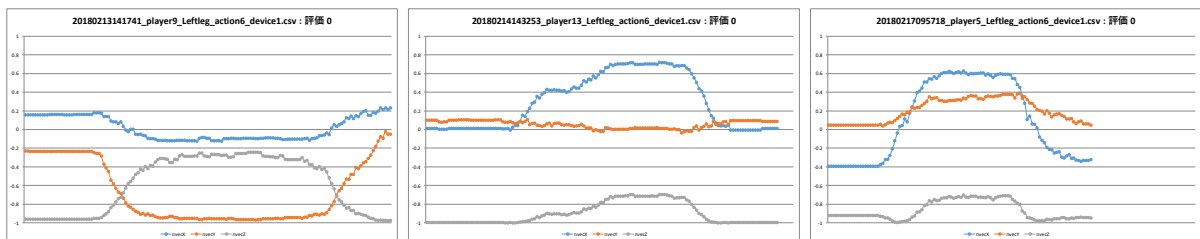
下図に示すグラフは、評価用データから評価値が 4 となっている、下肢が正しく前方に持ち上げられていると判断されたグラフである。動作 1 と同様に Z 値が -1.0 付近から 0.2 以上になるまで変動し、さらに一定の時間を維持しているものである。







一方、今回の被験者では、前方への拳上できないと判定された事例は 3 件のみであった。下向きから 75 度程度持ちあげているようなデータも見られる (下左図)。残り 2 件については、30 度以下しか持ち上げられなかったことがグラフ上でも示されている (下中央図、下右図)。

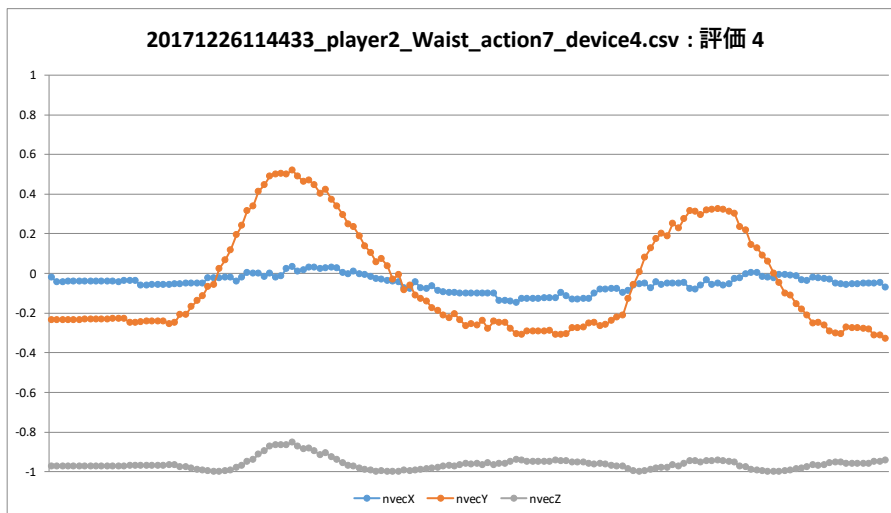
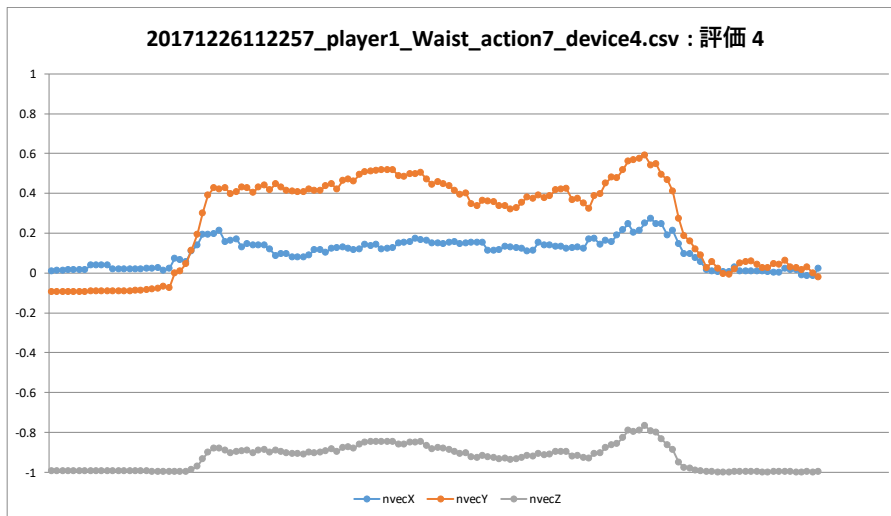


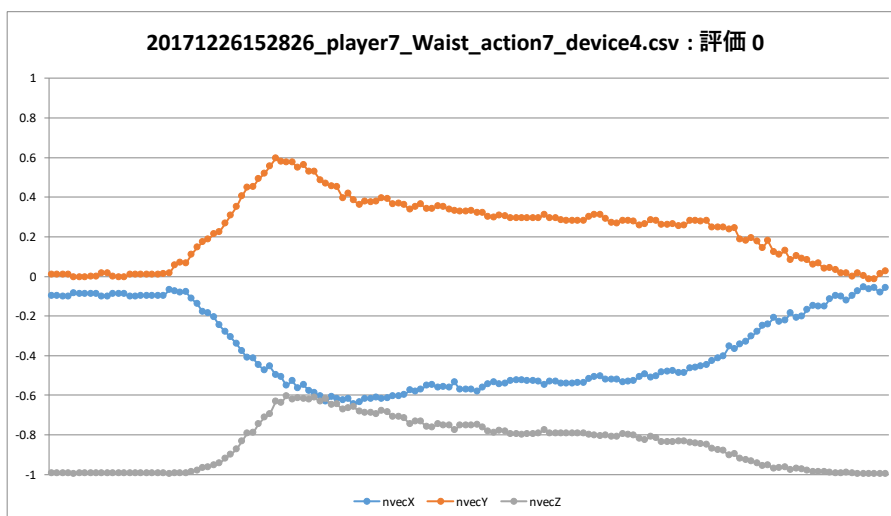
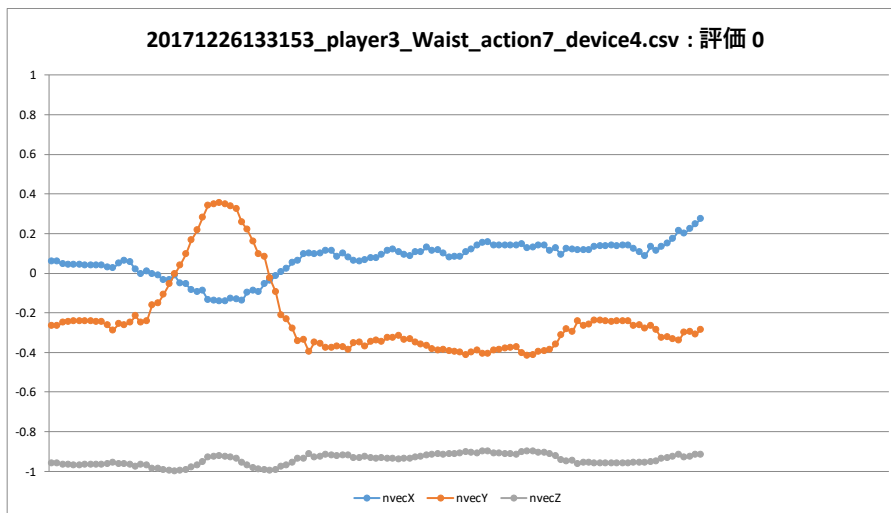
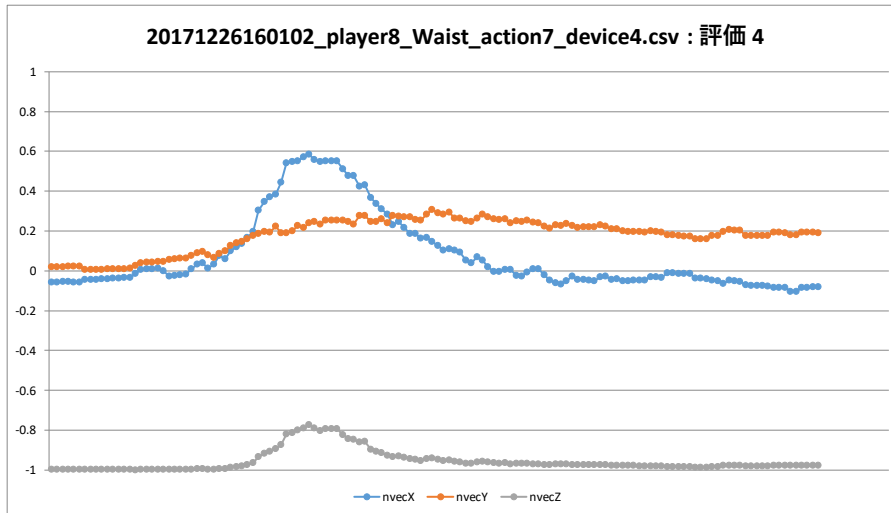
(7) 立上り動作をした場合の腰センサーの分析結果(Action7)

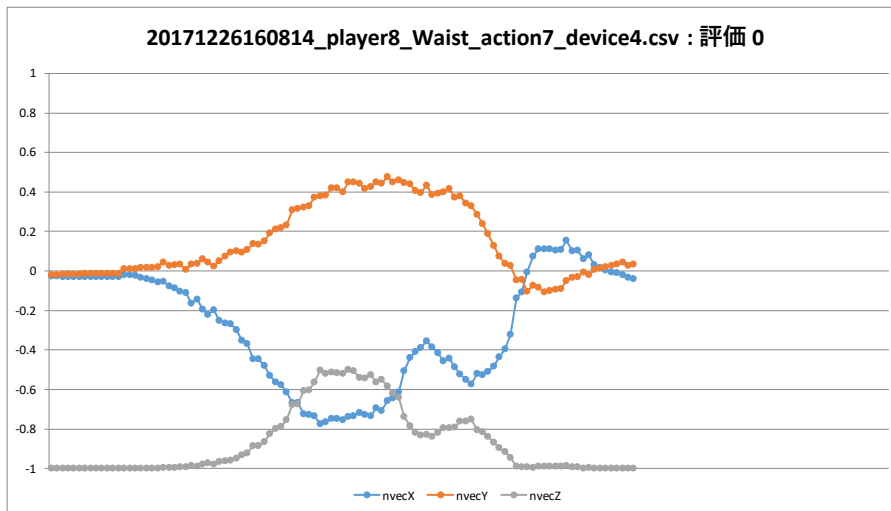
立上り動作に関しては、前述したように腰の高さを示す Z 値の変動だけではなく、X 値 Y 値の変動を合わせて分析することにより、座位の状態から立ち上がる際には、上半身を前に傾けてからまっすぐ立ち上がるケースが多いことが明らかになった。

① 学習用データ

立上り動作に対応して、高さ方向の変動が一定時間継続することから判断できると考えていたものの、評価 4 と評価 0 の各試行で得られたデータとしては明確な差はなかった。

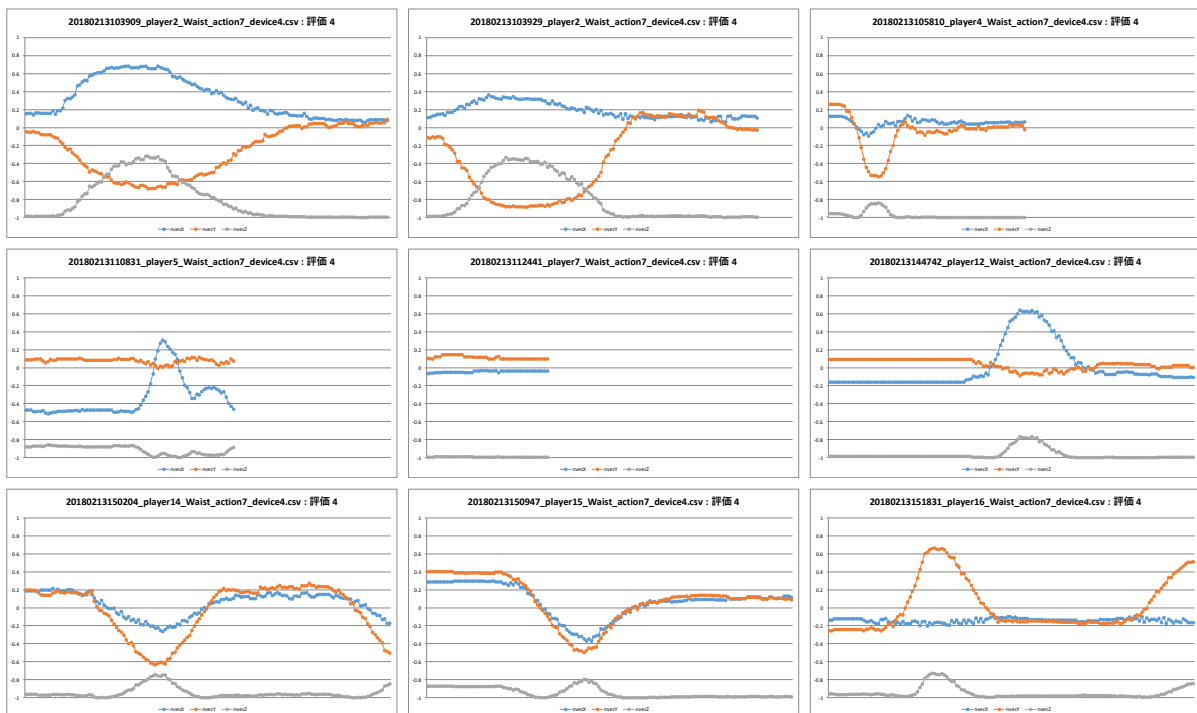


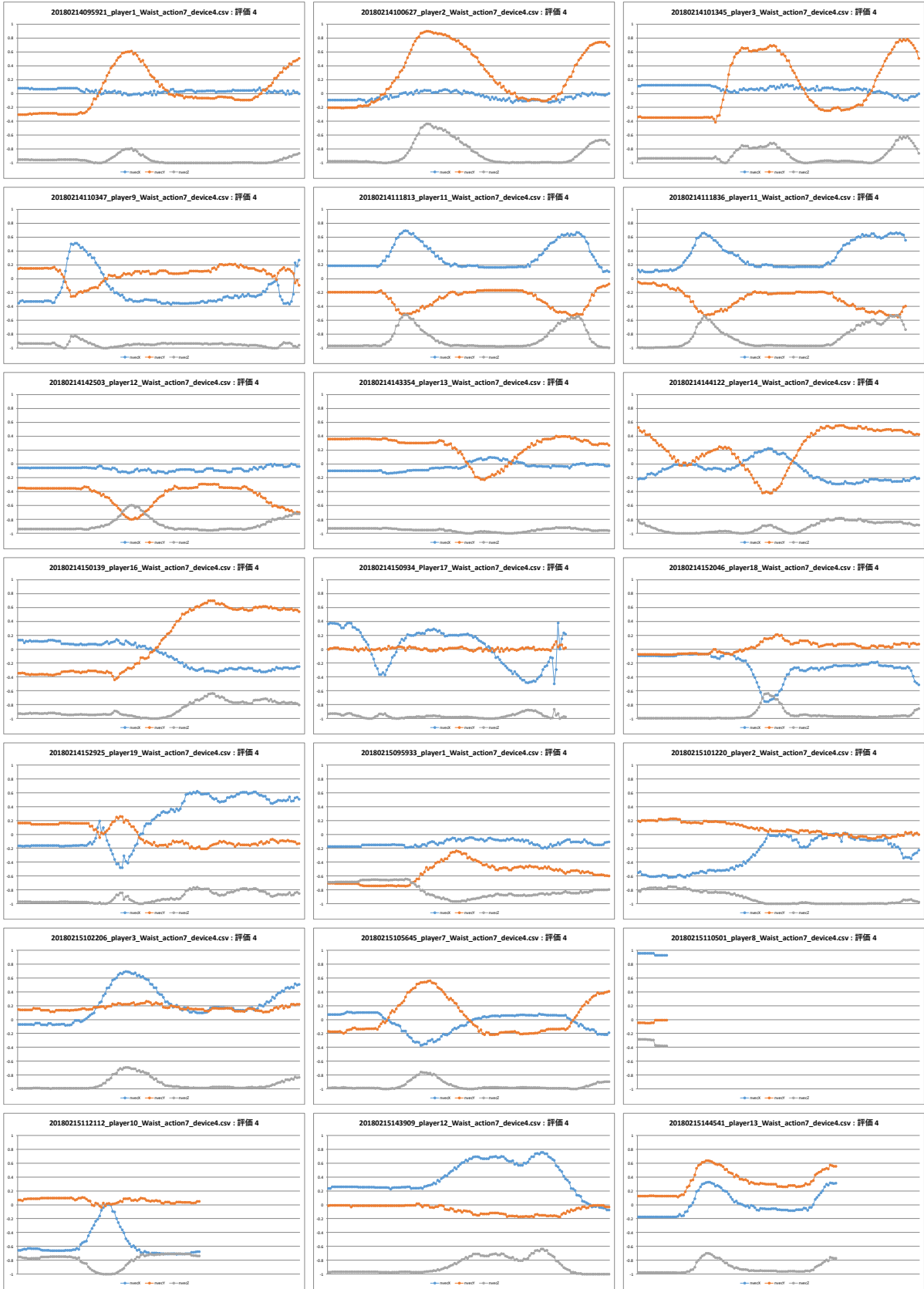


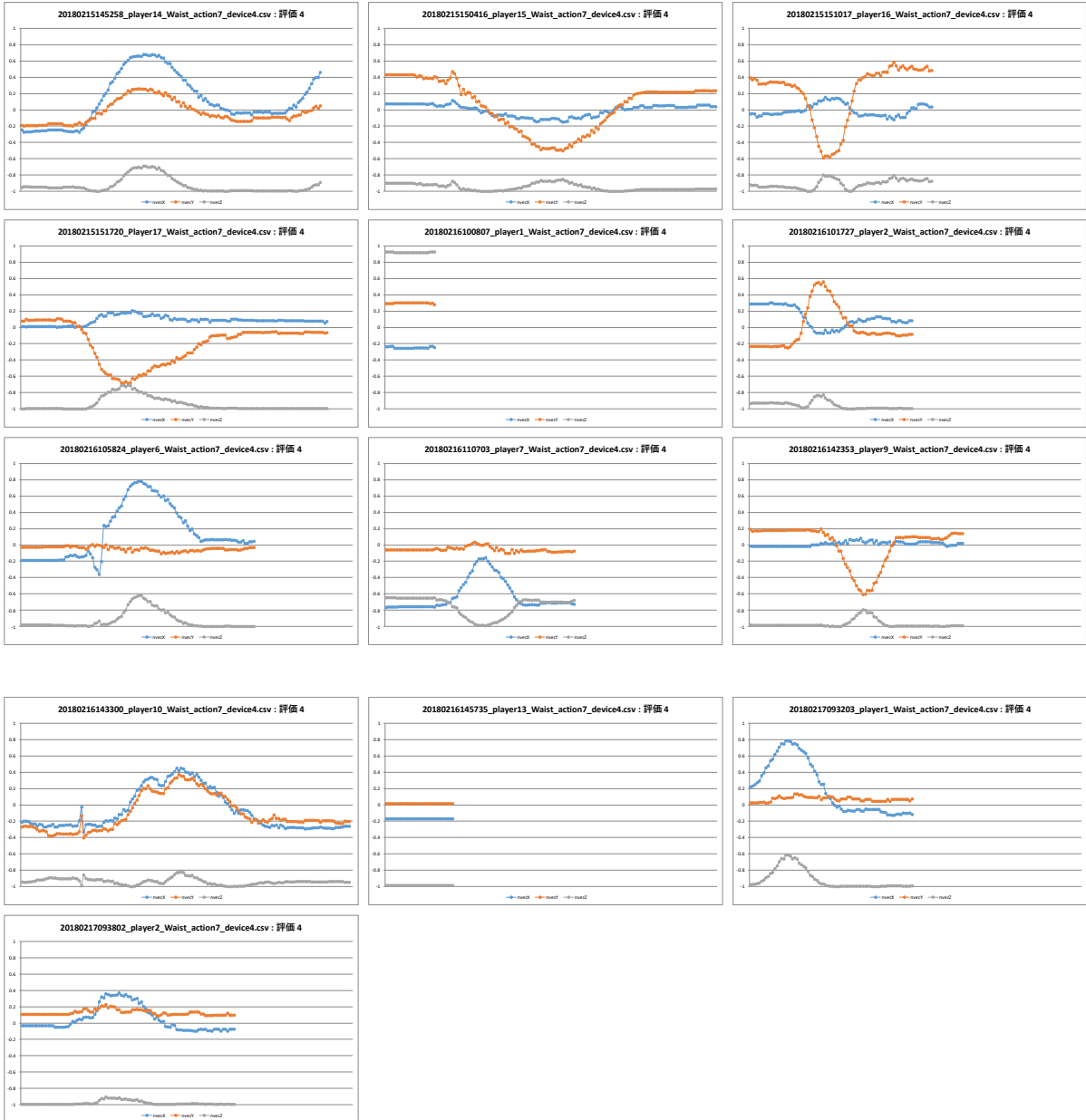


② 評価用データ

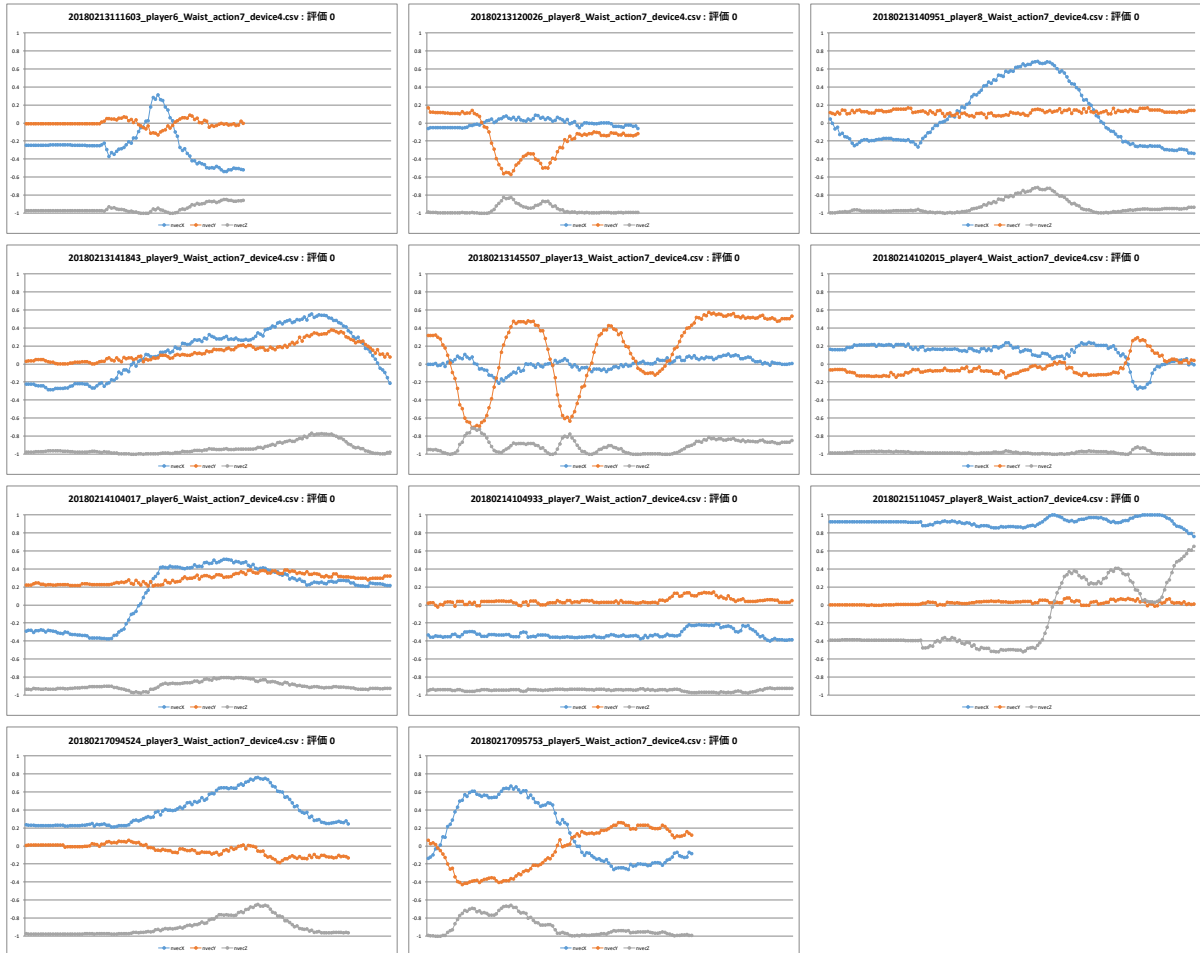
下図に示すグラフは、評価用データから評価値が4となっている、立上り動作が正しく行われたと判断されたグラフである。目立った傾向が見られなかったが、Y軸方向に2回変動があり、Z値が一度-1.0付近から0程度まで変動しているケースが多いことが分かる。これは、座位から一度前かがみになって立上り動作を行っている被験者が多いことを示したものである。







一方、今回の被験者では、立上り動作ができていないと判定された事例は 11 件あった。下図に示すようにあまり目立った傾向は見られない。X 軸方向の変動が大きいことから左右に体を動かして、椅子につかまって支えにしたり、膝に手をつけて立ち上がろうとしているように見える。

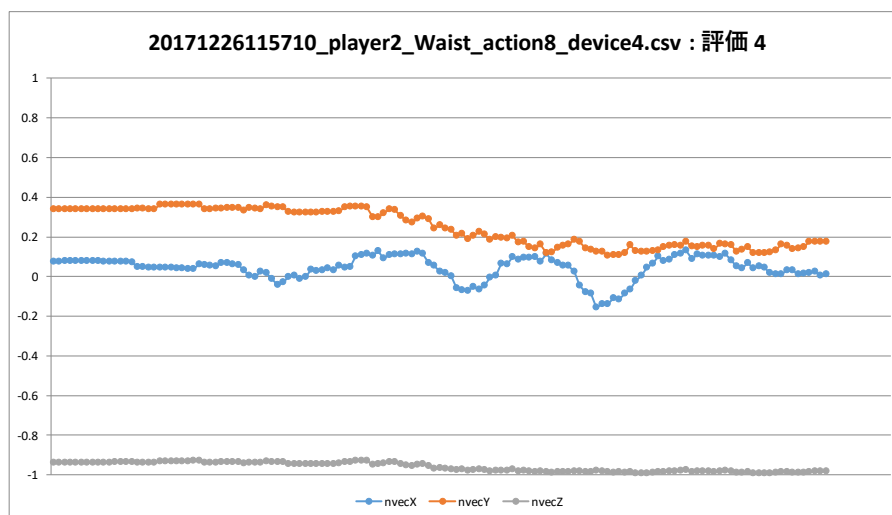
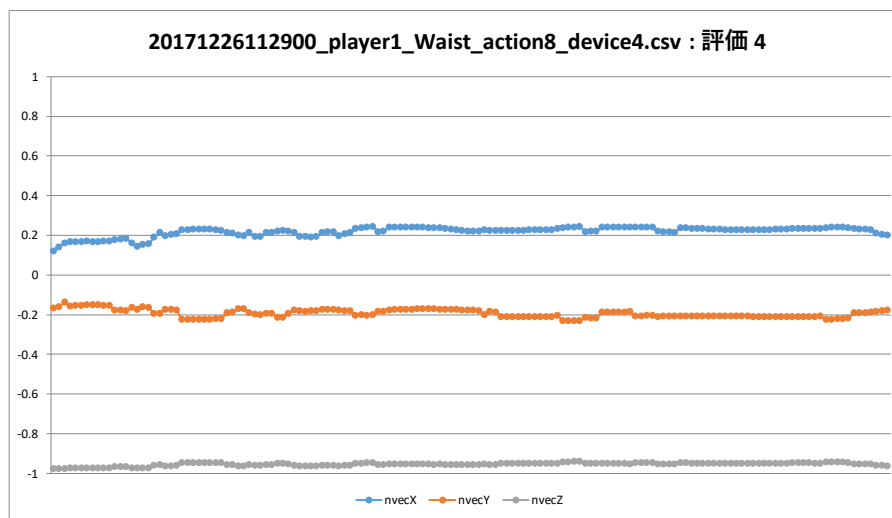


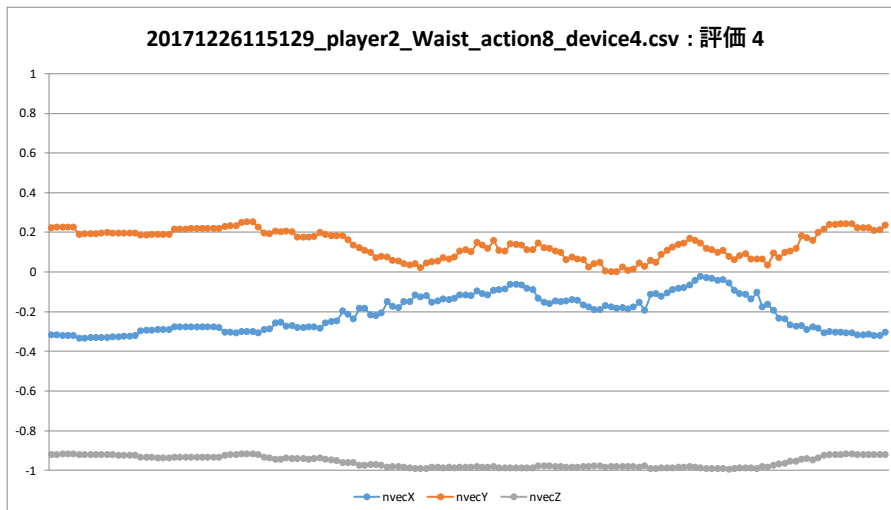
(8) 立位保持をした場合の左足のセンサーの分析結果(Action8)

立位保持動作を正しく行えた場合には、センサーのいずれの軸方向についても一定の変動範囲に収まることを想定したものである。具体的にはZ軸方向について、高さを変化しないように維持した上で、さらに他の軸についても変動が一定の範囲内に入っていることで、立位を保持していると判定することができる。

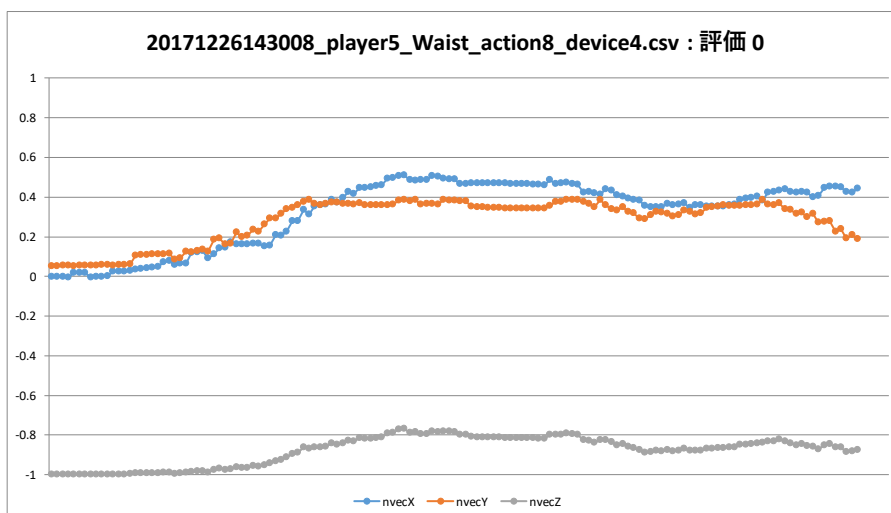
① 学習用データ

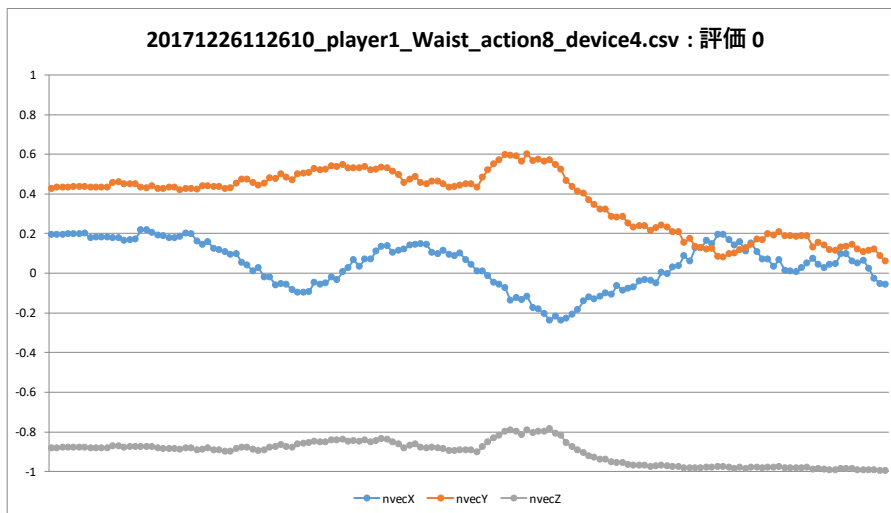
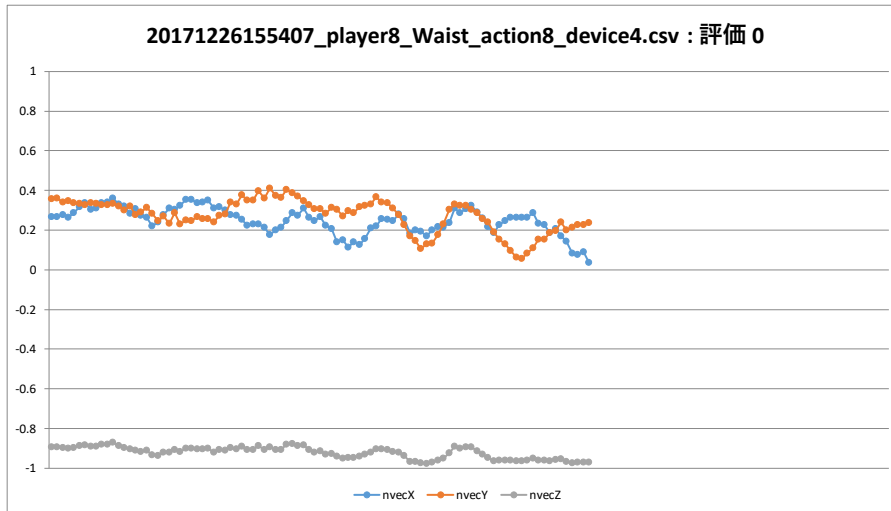
下図に示すように、学習用データの中で、評価値4になっているものについては、X値Y値は動作開始時から±0.2の範囲であり、角度に換算すると±15度以内に入っていることがわかる。





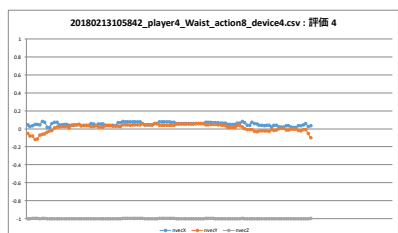
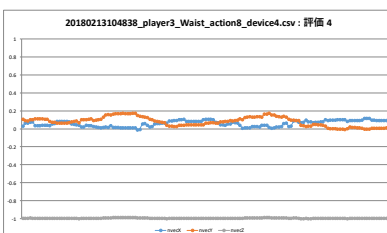
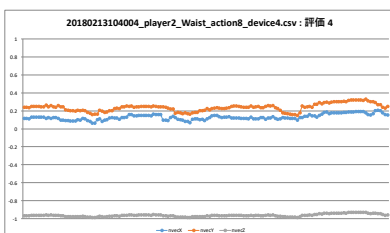
一方で、学習用データとして動作がうまくできていないと評価されているケースは、開始時からの変動幅が 0.4 以上となっていることがわかる。また、変動幅が小さくても動作ができていないと判定されているものでは、前後左右方向に相当する傾きが常時細かく変動している場合がある。

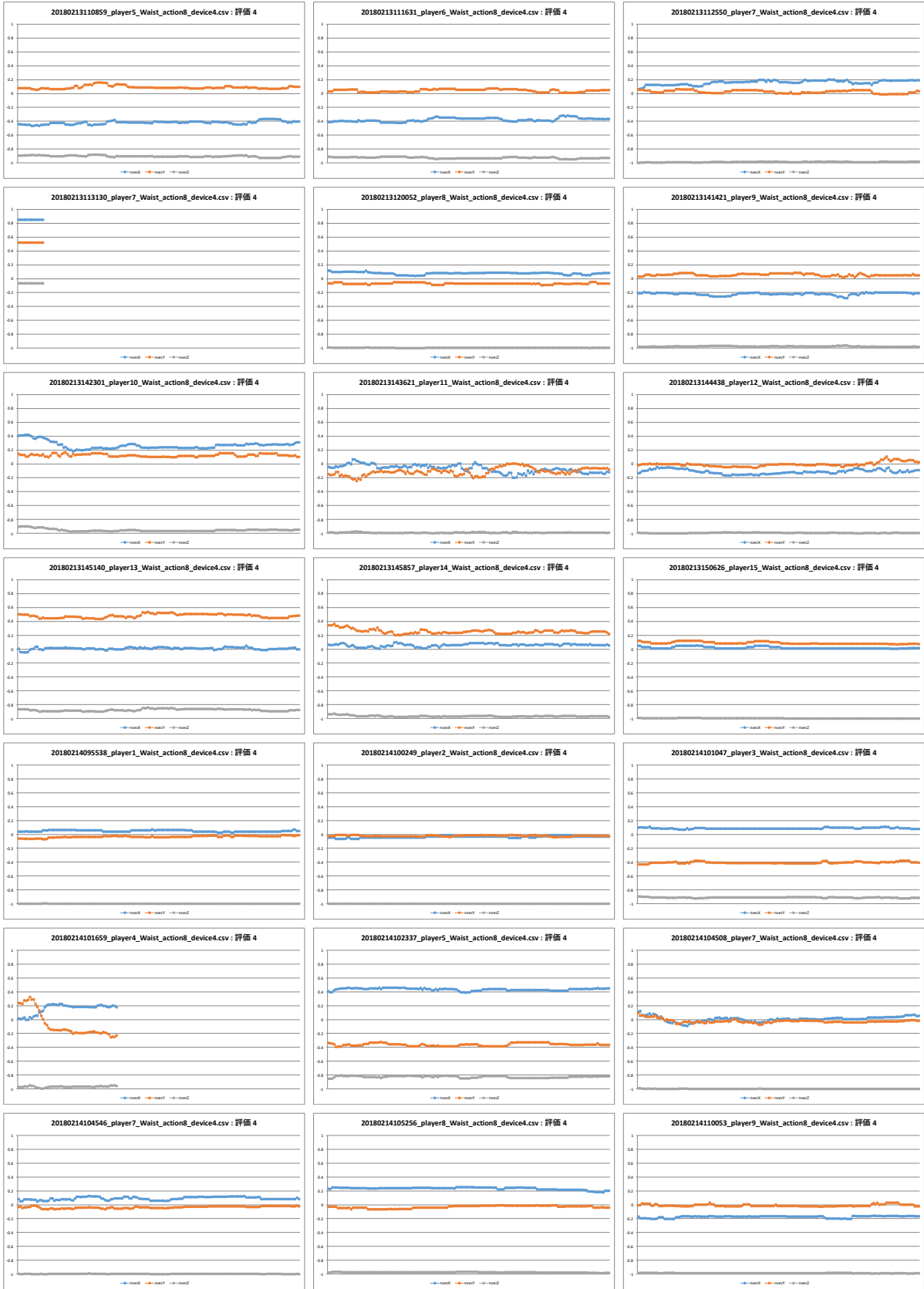


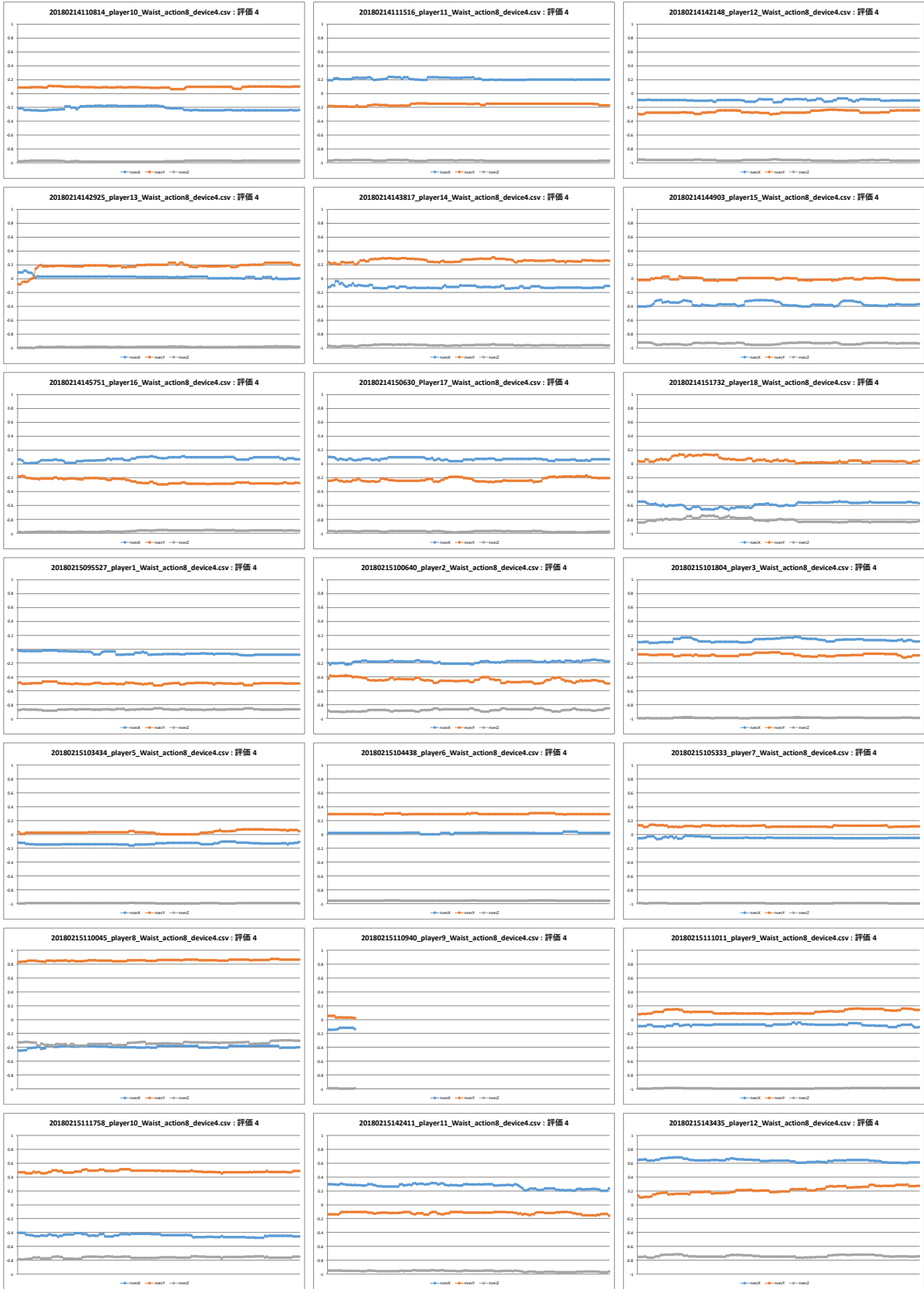


② 評価用データ

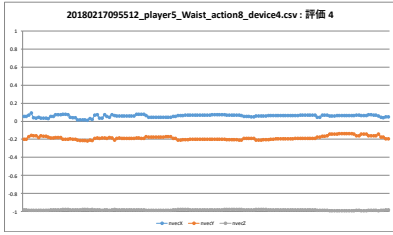
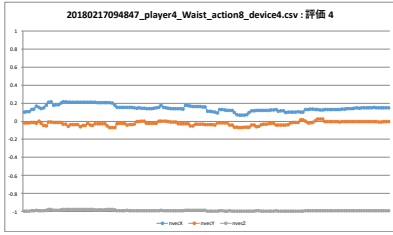
下図に示すグラフは、評価用データから評価値が4となっている、立位保持動作が正しく行われたと判断されたグラフである。Z軸だけではなく、いずれの軸についても動作開始時から±0.2程度の範囲に入っており変動が少ないことが分かる。また、今回の被験者は全員立位保持動作が可能だったため、評価値0となったケースはなかった。











V. センサーによる要介護認定調査(基本調査)の項目の計測可能性の評価と今後の課題

1. 本調査における計測方法に関する評価

(1) センサーによる要介護認定調査(基本調査)の項目の計測の可能性

本調査で採用したセンサーは、6軸の加速度センサーおよびジャイロセンサーが含まれており、立上り動作を除けば各動作において判定に必要なセンサーデータを取得することができることが明らかになった。具体的には、上肢・下肢の動作および立位保持に対してはNormal VectorのZ軸方向の変動をみることで、試験的な判定方法を作ることができると考えられるため、将来的にセンサーによる計測によって認定調査員の判断を支援できる可能性について示唆を得ることができた。

ただし、立ち上がり動作についてはセンサーデータから明確な特徴を見出すことが難しかったため、判定方法の確立は難しいと考えられる。

ただし、キャリブレーションを実施しているものの、参照すべきデータが正しく得られていない場合が散見された。その原因として、身体に対してマジックテープでセンサーを固定していたため、センサーが上肢・下肢に対して回転して取付されているケースがあったものと推測される。

(2) センサーの取付負担

測定に参加した被験者によるアンケート結果から、上腕や下肢にウェアラブルのセンサーを取り付けることに対する負担はあまりないことがわかった。特に5個のセンサーを取り付けても、身体的な負担にはなっていないことがわかった。このことから、軽量のセンサーであれば高齢者にとってもそれほど問題がないことがわかった。本調査では、動作1から動作8までで10分以内に終わっていたことから、短時間であればセンサーに対する負担感はないものと考えられる。長時間取り付けるような場合には今後検討が必要である。

図表 31 測定に参加してもらった被験者によるアンケート結果

質問項目		回答内容					
		はい	(割合)	いいえ	(割合)	合計	(割合)
1. 頭と腕・足にセンサーをつけてみたとき、どう感じましたか？	重かった	1	1.4%	70	98.6%	71	100.0%
	かゆみを感じた	0	0.0%	71	100.0%	71	100.0%
	痛みがあった	0	0.0%	71	100.0%	71	100.0%
2. 頭と腕・足にセンサーをつけて動いたとき、どう感じましたか？	動きにくかった	1	1.4%	70	98.6%	71	100.0%
	いつもより疲れた	1	1.4%	70	98.6%	71	100.0%
	センサーが気になった	4	5.6%	67	94.4%	71	100.0%

2. 今後の課題

(1) センサーの取付方法および取得可能データの分析方法

当初、一定のパラメーターの範囲内をカバーする学習用データを作り、センサーデータを機械学習等の統計的に処理することで、判定するアルゴリズムを構築できるものと考えていた。しかしながら、前述のようにセンサーの取り付け方によって異なる軸動が見られるなど、傾向を分析するのが難しいことやそれほど大量のデータを作り出すことが難しいことから、学習用のデータの作り方を検討する必要がある。

具体的には、シミュレーションによる学習用データの生成やセンサーを取り付けてリアルタイムにモニタリングできる仕組みを導入することで、計測時にセンサの値が一定の条件内に入るように取付方法を修正することが可能であると考えられる。また、動作に対応するセンサーの物理的な動きを分析し、3次元での回転角との関連性を理論的に分析しておく必要がある。

さらに、機械学習や各種統計的手法を用いて分析できるように、10Hz から 20Hz の時系列のセンサーデータを特徴的に表現できるパラメーターについて検討することが必要である。そのためには、データ取得状況や判定員によるラベル付など教師データとしての評価結果の精査、計測開始終了に対応するデータの正規化等の前処理作業が必要となる。前処理作業の多くは目視によるデータの確認や有効なデータ区間の抽出等手作業によるものが多い。前処理作業を軽減するための検討も必要である。

手作業やツールによる前処理作業を実施した上で、本調査で暑かった時系列のセンサーデータを分析する機械学習手法である以下のような手法を検討することが望ましい。

- LSTM(Long short-term memory)
- HMM(Hidden Markov Model)
- Random Forest

最近注目されている技術である、深層ニューラルネットワークをベースとした LSTM であれば、動作に基づく時系列データの特徴を示すパラメーターの抽出を試行錯誤する必要がなくなり、自動的にパラメーターから特徴を見つけ出し、識別器を作ることが可能なると思われる。ただし、学習に使う教師データが大量に必要な可能性がある。

一方で、感覚的に近い識別器を作るという観点から Random Forest も利用可能であると考えられる。Random Forest を用いることにより、変数重要度が計算できるため、例えば、識別に本当に必要なセンサー取り付け位置が見つかる可能性があり、取り付けのセンサーの数を減らせるため、計測や分析にかかる負担が減らせる可能性がある。

(2) 測定対象者

本研究では、要支援1～要介護2の高齢者を対象として計測したが、軽度の方が多かったため、動作にそれほど大きな差がなく、判定基準を定められるほど広く評価用データを取ることができなかった可能性が考えられる。今後は、評価用データを計測する高齢者の要介護度について範囲を広げて計測するなど、より多くの評価用データを用いた検討が望まれる。

平成29年度厚生労働省老人保健事業推進費等補助金（老人保健健康増進等事業分）

先進的な情報技術を活用した、要介護認定の認定調査及び
認定審査に関する試行的な取組に関する調査研究事業

報 告 書

平成30（2018）年3月発行

発行 株式会社三菱総合研究所
ヘルスケア・ウェルネス事業本部
社会 ICT イノベーション本部

〒100-8141 東京都千代田区永田町 2-10-3

TEL 03（6705）6022 ・ FAX 03（5157）2143

不許複製
