

# 共同研究年報

高齢者の継続雇用の条件整備のために

平成15年度

職務再設計



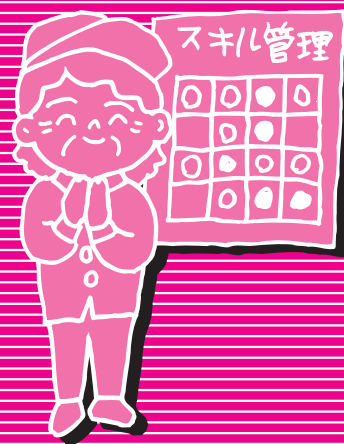
能力開発



健康管理



人事・賃金管理



独立行政法人

高齢・障害者雇用支援機構

Japan Organization for Employment of the Elderly and Persons with Disabilities (JEED)

職務再設計

# 配電作業における作業者負担の定量評価法の開発とそれに基づく作業支援システム設計に関する調査研究

株式会社 トーエネック

所在地 愛知県名古屋市中村区名駅 1-1-4  
設立 昭和19年10月  
資本金 76億8千万円  
従業員 2,725名（配電部門）  
事業内容 電気設備業

---

研究期間 平成15年4月～平成16年3月

---

【研究責任者】	水野三津夫	株式会社トーエネック	配電本部	配電統括部	副部長
【外部研究者】	神代 雅晴	産業医科大学	教授		
	池田 良夫	愛知工業大学	教授		
	加藤象二郎	愛知みずほ大学	教授		
	近藤 雄二	天理大学	教授		
	山羽 和夫	日本福祉大学	教授		
【内部研究者】	縣 康司	配電本部	配電統括部	技術グループ長	
	三井 義夫	配電本部	配電統括部	技術グループ副長	
	吉岡 修	配電本部	配電統括部	技術グループ副長	
	谷口 弘之	配電本部	配電統括部	技術グループ副長	
	高橋 和弘	配電本部	配電統括部	技術グループ主任	
【事務担当者】	三井 義夫	配電本部	配電統括部	技術グループ副長	
【経理担当者】	古郡 弘子	配電本部	配電統括部	運営・環境グループ	

---

## 目 次

### ．研究の概要

1．研究の背景・目的	130
（1）事業の概要と高齢者雇用状況	130
（2）研究の背景・課題	131
（3）配電作業の概要	131
（4）研究のテーマ	132
（5）研究の目的	132
2．研究成果の概要	132

### ．研究（職務再設計）の内容と結果

1．作業負担の調査と結果	134
（1）調査の進め方	134
（2）自社開発による負担評価	135
（3）筋電図法	137
（4）心電図法	138
（5）作業姿勢観察	141
（6）身体疲労部位および疲労感調査	143
（7）まとめ	145

### ．まとめ

1．研究総括	147
2．今後の課題と方向性	147

## 研究の概要

### 1. 研究の背景・目的

#### (1) 事業の概要と高齢者雇用状況

当社は、昭和19年10月1日に関係官庁の斡旋と中部配電株式会社（現在の中部電力株式会社）の後援のもとに、中部地区管内の配電線維持、改修を目的として、愛知、静岡、三重、岐阜の4県下の有力電気工事会社が合併して、「東海電気工事株式会社」として創立された。その後、逐次機構の整備をはかり、愛知・静岡・三重・岐阜・長野の中部圏内を中心に豊富な経験と高度な技術を持つ総合設備企業として、地域社会の発展に貢献している。

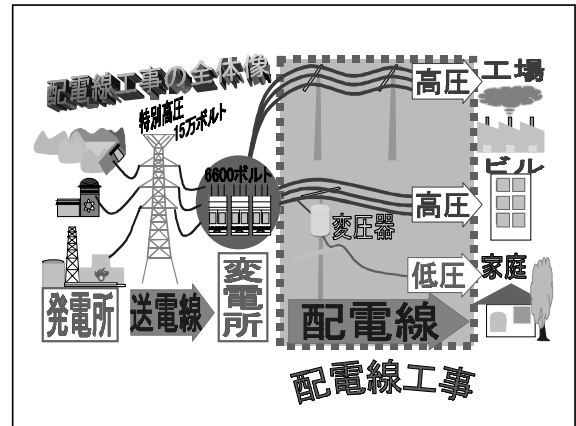
また、創立45周年の平成元年10月1日に「東海電気工事株式会社」から「株式会社トーエネック」へ社名を変更し現在に至っている。

事業の目的（営業種目）は、旧社名から容易に想像できるように、電気設備の工事（建設したり保守をする仕事）が主であり、その他に、情報通信、空調管設備、電力供給設備、ICT・ソリューション事業、海外事業から成り立っている。現在展開する事業所は、中部5県下（98箇所）をはじめ、東京、大阪、札幌、仙台、新潟、金沢、横浜、京都、神戸、広島、福岡、熊本、那覇の各都市の総計123ヶ所ある。

私たち配電部門は電力会社の配電線の建設、維持工事を主体に、全従業員数約5500名のうち2700名が在籍している。今回の共同研究は、配電部門の中で現場に従事する作業員1960名を対象としたものである。

配電線工事とは、図表1配電線工事の概要図に示すとおり、発電所で作られた電気は、送電線路によって変電所に送られます。この電気を配電用変電所以降の高低圧配電線、引込線などによってお客様に供給している。この施設を配電設備といい、設備の建設あるいは修理を行う工事を配電線工事という。

図表1 配電線工事の概要図



この配電線工事を中部電力(株)から配電委託工事として請け負っている。

したがって、お客様と直結しているこの配電線工事を、大きく変革している中部電力(株)の方針を少しでも先取りするとともに公益性を十分認識し、お客様のニーズに応え、付託された工事を地域や内容にかかわらず迅速で良質・安全かつ効率的に施工するとともに、台風等の災害復旧に対しても昼夜を問わず早期に行う使命がある。そのため、常に優秀な技術者と設備を備えておくことが必要となる。

しかしながら、これらの作業は建設業で敬遠されていた「キツイ・キタナイ・キケン」といったいわゆる3K職場であり、その内容は熟練と経験に頼るところも多く、高齢者にとっては肉体的に負担の大きい作業が散見するのが現状であるが、高齢者の技能に依存しなければいけない面がまだまだ多く見受けられている。

配電作業者の年齢構成は、平成14年12月時点で45歳以上の割合が45%以上を占めており、5年後には一層高齢化が進行し、50歳以上の割合が半数を占めることが想定されている。高所に加え、熱暑寒冷の作業環境下で高齢者が安全と健康に働けるための職場環境を整備することが急務である。

当社では、高齢者を肉体的負担の軽い他部

門への再配置や子会社の業務拡大を行ない転籍することで雇用の延長をしている。

## (2) 研究の背景・課題

当社の配電部門における人員構成は高齢化が進んでいる。配電作業現場では、高圧活線工事など特殊な技術が必要であり、高齢者でも働きつづけられるようにしていく必要がある。しかしながら、配電作業は高所作業が主体であり使用工具や材料は重く、かつ、不自然な姿勢（写真1参照）で作業を行なわなければならない、高齢者には大きな負担となっている。当社ではこれまでも作業環境改善のため、高所作業車・穴掘建柱車などの機動機械化など様々な技術開発を行ってきた。しかしながら、配電作業は作業場所も様々であり、電柱を設置している場所により機動化や作業時間（深夜・早朝）などの制約も受けるため、依然として負担の大きい作業が多く存在しているのが現状である。また、中高年者の知識および経験・判断力が無ければ作業を円滑に進めることは不可能であり、中高年者の技術は当社にとっては必要不可欠である。しかし、作業の中には高い身体活動機能を要求される作業もあり、そのため、中高年者がいつまでも元気に仕事を続けるために身体的機能の低下を補い有効な職場改善を進めていくための第1段階として、当社独自の作業負担評価法を確立し、それに基づき問題点を抽出した上で、第2段階として職場再設計を進める必要がある。



写真1 作業風景

## (3) 配電作業の概要

配電線工事とは次のように大別される。

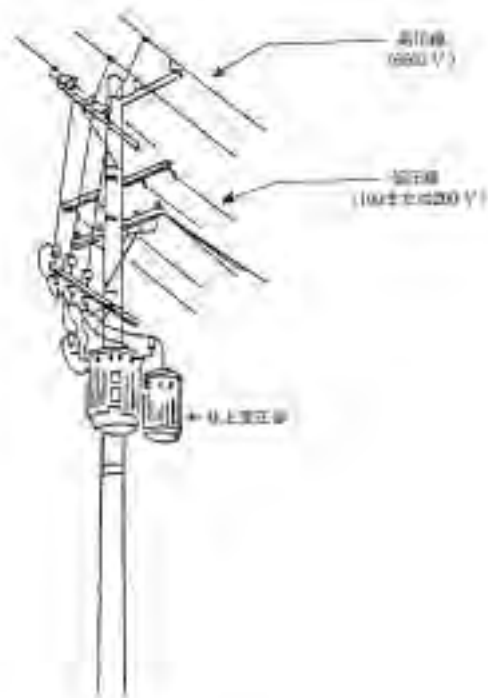
**支持物工事** 配電線を支持するための、電柱を建てたり抜いたりする工事をいう。支持物の主なものは、コンクリート柱ですが、複合柱（コンクリート柱と鉄柱を組み合わせて1本の電柱にしてある。）・鉄柱も使用する。

**電線工事** 変電所からお客様まで、電気を送るための電線を取り付けたり取り外したりする工事をいう。電線は硬銅線を被覆で覆った構造にしてあるものがほとんどで、多種類あり使用目的により使い分けている。

**機器工事** 配電線に各種のスイッチ等を、取り付けたり取り外したりする工事をいう。

**変圧器工事** 配電線には、6600Vの高圧電気から一般家庭に供給する100Vまたは200Vへ降圧するために変圧器が付いている。その変圧器を取り付けたり取り外したりする工事をいう。（図表2参照）

図表2 配電線工事の概要図



支線工事 電柱等を支えるために、電柱上部から地上、もしくは、電柱間に張る支線を取り付けたり取り外したりする工事をいう。

引込線工事 変圧器により100Vまたは200Vへ降圧された電気を、工場や一般家庭に引き込む電線を取り付けたり取り外したりする工事をいう。

以上のような工事を行うため、従来は停電により工事を施工していましたが、情報通信やお客様のニーズに対応するため、停電をさせないで作業を行う無停電工法も取り入れている。無停電工法には仮送電工法と活線工法の2種類あり、

仮送電工法は、お客様には電気を送電しながら作業は電気を停めて安全に作業できるよう、仮のバイパスケーブルを電柱に取り付けし、電気をバイパスケーブル側に移し変えた後に、配電線の電気を停めて作業を行う工法をいう。

活線工法には直接活線工法と間接活線工法の2種類あり、

- a. 直接活線工法は、お客様に送電されている配電線に身体が触れてもよいように身体には保護具を配電線には防具を取り付けて直接取り扱う作業をいう。
- b. 間接活線工法は、お客様に送電されている配電線を、ホットスティックと呼ばれる操作棒により充電部から離れた位置で取り扱う作業をいう。

これらの工事を行うために、作業には特殊な技術と豊富な経験が要求される。

#### (4) 研究のテーマ

イ．作業負担評価方法を開発する。

作業負担評価方法の確立のため以下の調査・分析を行なう。

各種調査により作業負担を把握する。

働態観察(姿勢・行動)人間工学的手法、産業医学手法等により改善対象作業の分析を行なう。

作業負担評価方法を開発する。

本研究で対象とした作業について、上

記の成績と既存の作業負担評価法とを合わせて検討して当社独自の作業負担評価方法を開発する。

ロ．作業支援システムを検討する。

作業負担を把握し、工法・手順の改善等により、疲労や筋骨格系障害の防止を図るためのシステム像を検討する。

ハ．支援機器を検討する。

負担が大きいと予想される作業について、効果的な支援機器の改善・開発の方向性を検討する。

ロ、ハは平成16年度の主要課題として、平成15年度は検討にとどめる。

#### (5) 研究の目的

本研究は、上記イ・ロ・ハ．を確立・検討をすることで、作業が真に負担となっている作業の抽出ができ、疲労や局所筋骨格系障害(肘痛・腰痛)の防止がはかれ、高齢者の作業域の拡大につながるものと考えられる。また、開発する作業負担評価法は同業他社でも参考になるものと思われ、高齢者が安心して働ける職場環境作りの一助になると考えられる。

## 2. 研究成果の概要

配電線工事における作業負担評価方法の開発を目指して研究を実施した。その内容は、作業負担を考えた場合、まず、作業にかかる負荷に着目し、対象モデル作業の作業工程分析を実施することとした。対象モデル作業は、継続した工事量が見込め、他の作業分析にも応用可能な変圧器の取り付け作業を選定した。工程分析は、一連の作業に関する工程分析を行い、大分類(工程)、中分類として単位作業に分類した。次いで、監督者、高所作業車での作業(以下、「バケット作業」という。)柱上作業が主体の作業(以下、「柱上作業」という。)地上作業が主体の作業(以下、「地上作業」という。)の各作業担当者別に、小分類項目としての要素作業分析を行った。また、その要素作業項目

毎に生理学見地からの筋電図測定と心電図測定、および、OWAS (Ovako Working Posture Analysing System) による作業姿勢分析を行い、これらを用いて作業負担を定量的に把握した。

変圧器取付け作業のバケット作業者を対象として、当社がこれまで独自に進めてきた主観的な負担評価手法に生理学的データを付加して、作業単位毎に作業負担度の定量的評価尺度を試作することができた。

定量的評価尺度の妥当性・信頼性は、実作業現場において作業前と作業後に「自覚症しらべ」と「疲労部位しらべ」加えて、作業者がどのような負担感を抱いているのか「負担

感に関するアンケート」を実施した結果、定量的評価尺度とのおよその相関が確認できたものの、各作業者に対して20名程度とサンプル数が少ないため、16年度にフォローアップデータの収集を行なうこととしている。

また、労働安全という観点から負担評価の延長線上にあると考えられる安全管理上の諸課題も見据えて、監督者の目配り状況、監督者と各作業者との会話調査、さらに、作業の中に潜む「ムリ」「ムダ」の低減を目的に作業工程分析を実施した。今後これらを、安全・品質が維持できる作業管理としての作業支援システム設計につなげていく予定である。



## ・ 研究（職務再設計）の内容と結果

### 1 . 作業負担の調査と結果

#### ( 1 ) 調査の進め方

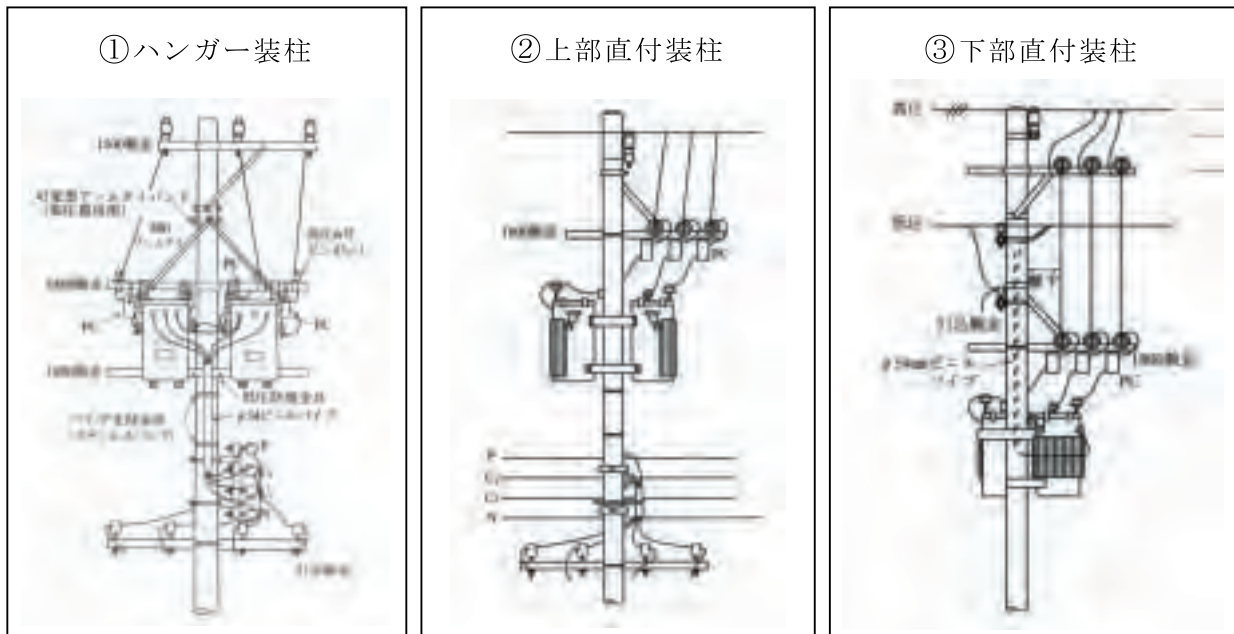
作業員負担の定量評価法を開発するにあたり配電線工事（支持物・電線・機器・変圧器・支線・引込線工事）の中から継続的な工事量が見込め、作業を構成する単位作業や要素作業が主体作業や段取り作業・付随作業を含め個々に独立した作業として成り立っており、他の配電作業にも作業分析手法が展開しやすいと考えられる変圧器工事に絞つ

た。

変圧器工事の装柱種類を大まかに分類すると、ハンガー装柱、上部直付装柱、下部直付装柱（図表3参照）の3種類に大別でき、本研究では、標準装柱である上部直付装柱をモデル作業として採用し、作業検証による調査を進めることとした。

なお、本研究報告では、標準作業員4名のうち、高所作業車という機動力を発揮し、現場作業の中心的役割であるバケット作業員を中心に紹介する。

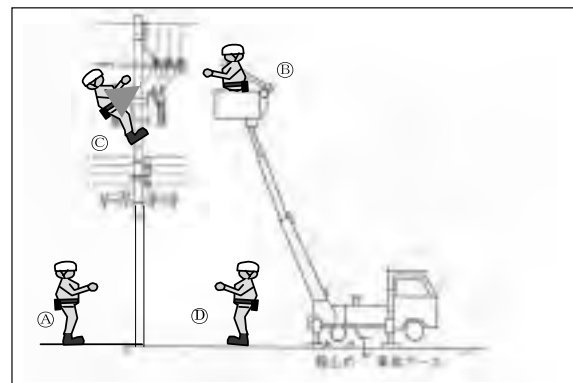
図表3 主な変圧器装柱



イ . 夏季の検証調査（検証期間：7月29日～8月1日）

当社教育センターでモデル作業を、モデルとなり得る標準作業員4名（監督者、バケット作業員、柱上作業員、地上作業員）の作業負担を自社研究で積み上げた負担評価法と生理学的評価法（筋電図法、心電図法）、OWASより定量評価を試みた。さらに、加齢および気候等が与える影響についても合わせて調査することとし、作業検証調査（図表4参照）を実施した。

図表4 作業検証イメージ



ロ．秋季の検証調査（検証期間：10月20日～24日）

夏季に実施した検証調査では、発汗などによる電極の剥離から筋電図と心電図測定の調査結果に失敗例が現れたため、秋季は、筋電図と心電図の測定に重点を置いた検証調査を実施することとした。そのため、調査対象の年齢層も中堅クルーの基本データを確実に把握することとした。また、開発を目指している作業負担評価方法の妥当性・信頼性の確認と負担の把握とその対策のため、自覚症状等の調査も実施した。

## （2）自社開発による負担評価

一連の作業全体の流れを大分類（工程）、中分類（単位作業）に分類分けし、この一連の流れの中で、それぞれの作業者が担当業務を遂行していることから、「単位作業」のなかで各担当作業者が行う作業を「要素作業」として詳細分類する。作業負担を評価する場合の「単位」は、この「要素作業」を単位と

して、定性、定量的に評価し、複数の要素作業の負担評価の「和」が単位作業の負担評価として表現可能なものとした。算定方法は要素作業毎に作業量として「材料・工具などの重量」「操作力」「移動距離」「時間」を、また、姿勢負担として「時間」「作業姿勢」を実験値・経験則に基づいて設定した評価点（図表5参照）を適用して、作業負担の算定式（図表6参照）により作業負担として評価するものである。

変圧器取り付け作業の一連を作業モデルとして、作業工程分析的な手法を取り入れながら検討を進め、次に各担当作業者が行う作業を「要素作業」として詳細分類した。この「要素作業」について、負担評価を行った。作業工程別の負担では、高圧活線作業と装柱作業が全体の9割以上を占めている。単位作業の中では防護の取付け、取外し作業（写真2参照）と金物類の取り付け（写真3参照）が負担の高い作業である。



写真2 活線作業（防護取付け）



写真3 装柱作業（金物取付け）

図表5 作業分析の評価点一覧

作業量					姿勢負担			
点数	重量	力	距離	時間	点数	姿勢		
						足(係数0.2)	腰(係数0.4)	腕(係数0.3)
1点	2kg以下	2kgw以下	2m以下	0分10秒以下	1点	足を浅く曲げる	上体を軽く曲げる、軽くひねる	腕、肘先を動かす、締める
2点	4kg以下	4kgw以下	4m以下	0分20秒以下	2点	足を深く曲げる		手首を動かす(回す)
3点	6kg以下	6kgw以下	6m以下	0分30秒以下	3点	両足に重心を掛けて軽く曲げる	上体を軽く曲げてひねる	体重を掛けて引く、押す、締める
4点	8kg以下	8kgw以下	8m以下	0分40秒以下	4点	片足に重心を掛けて軽く曲げる	上体を反らしてひねる	腕を伸ばして動かす
5点	10kg以下	10kgw以下	10m以下	0分50秒以下	5点			両手に力を入れて引く、押す、締める
6点	12kg以下	12kgw以下	12m以下	1分00秒以下	6点	足を屈伸する	上体を軽く曲げて左右にひねる	肘先で引上げる
7点	14kg以下	14kgw以下	14m以下	1分10秒以下	7点	重心を掛けて歩く	上体を軽く曲げて上下に動かす	腕を片より上部で動かす
8点	16kg以下	16kgw以下	16m以下	1分20秒以下	8点			片手に力を入れて引く、押す、締める
9点	18kg以下	18kgw以下	18m以下	1分30秒以下	9点	両足に重心を掛けて深く曲げる	上体を深く曲げて左右にひねる	両手に力を入れて挟み込む
10点	20kg以下	20kgw以下	20m以下	1分40秒以下	10点	両足に重心を掛けて屈伸する	上体を深く曲げて上下に動かす	両手に力を入れて引上げる
～20点	2kg毎加点	2kgw毎加点	2m毎加点	10秒毎加点				
～30点	2kg毎加点	2kgw毎加点	2m毎加点	9秒毎加点				
～40点	2kg毎加点	2kgw毎加点	2m毎加点	9秒毎加点				

図表6 作業負担の算定式

移動・運搬作業	作業量(重量×距離)＋姿勢負担(姿勢×時間)
取付・撤去作業	作業量{(重量×距離)＋(力×時間)}＋姿勢負担(姿勢×時間)
機械・工具操作	作業量(力×時間)＋姿勢負担(姿勢×時間)

### (3) 筋電図法

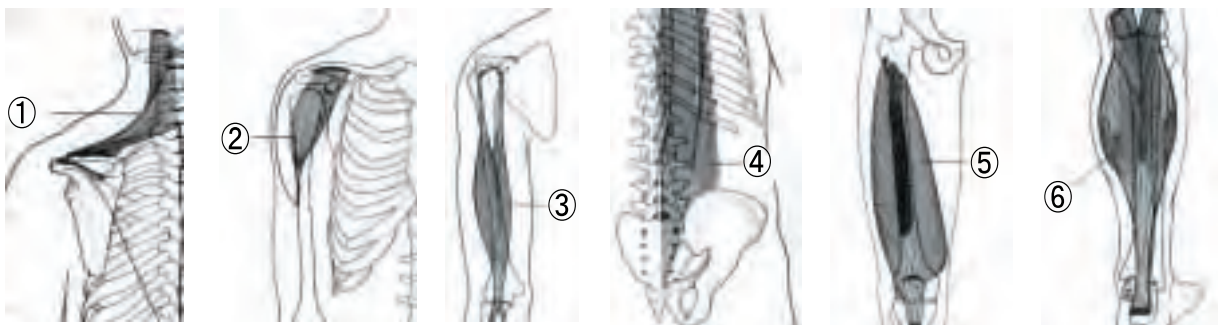
身体各部位の筋負担の度合いを推定するため、筋電測定では皮膚表面に貼り付けた電極により導出された電位を記録、分析して、筋負担を評価する。

電極の貼り付け位置は図表7筋電図測定部位に示すとおりで、これらの筋は肩、腕、腰、脚の運動を代表する筋であり比較的測定しや

すい。また、過去の筋電実験においてもよく用いられている筋である。

それぞれの筋は、肩を挙上する筋 腕を前方に挙上する（振り上げる）筋 肘を曲げる筋 軀幹（背中、腰）を伸ばす筋 膝を伸ばす筋 足首を伸ばす（つま先立ちする）筋である。写真 - 4 は電極の取付け状況である。

図表7 筋電図測定部位



僧帽筋（上部繊維）  
脊柱起立筋

三角筋（前部）  
内側広筋

上腕二等筋  
腓腹筋



写真4 電極取付状況

( 4 )心電図法

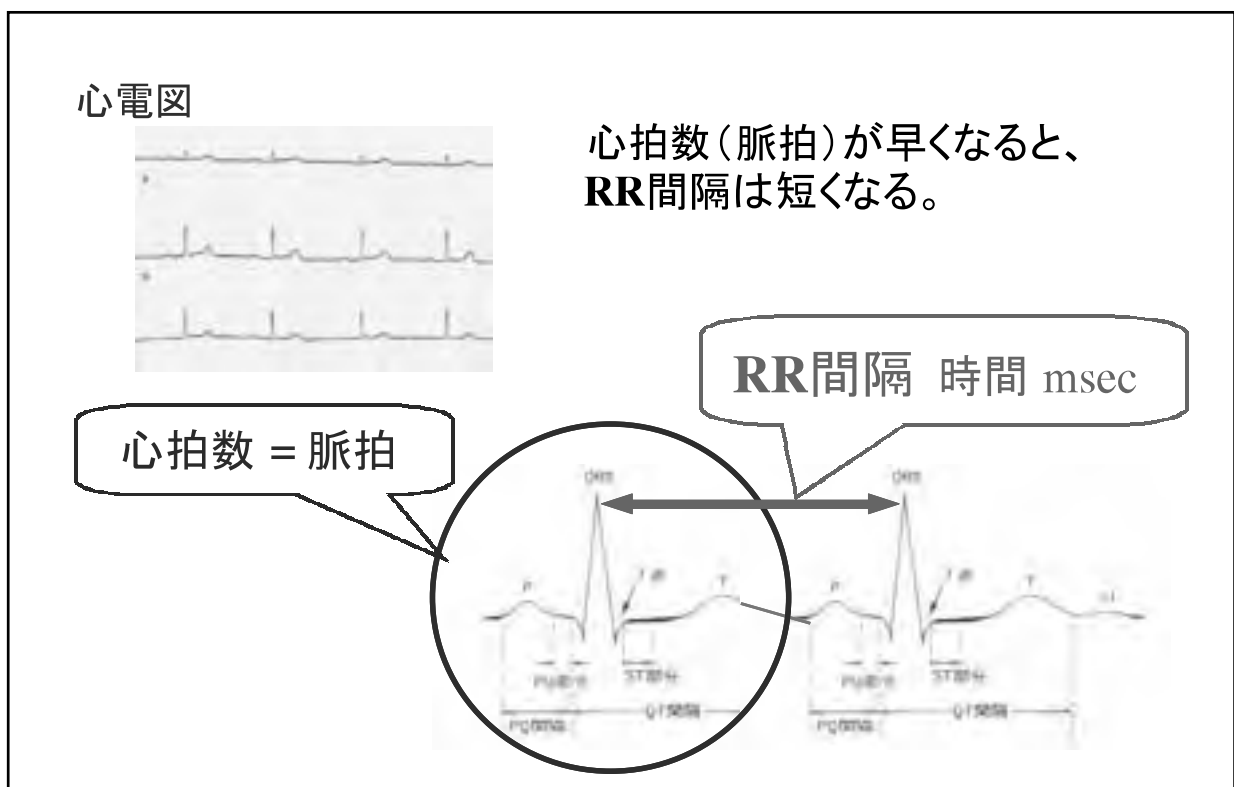
イ . 測定・検証方法

- ・アクティブトレーサー AC - 301 ( GM S 社製 ) を使用。
- ・心電図は M 5 誘導で検出。
- ・瞬時心拍数、RR 間隔を記録。
- ・RR 間隔を経時的に観察し、アーティファクト等のノイズを処理したデータを採用する。

- ・RR 間隔の変動から、作業負荷を検証する。

安静時 ( 作業前 ) の心拍数を測定し、その心拍数での RR 間隔を基準の RR 間隔とし、作業中の RR 間隔と比較して作業時における精神緊張度および身体負担を推定する。精神的緊張や肉体的な負担によって心拍数 ( 脈拍 ) は速くなり、心拍に比例して RR 間隔は短くなるため、RR 間隔が短いほど心身の負担が多いと推定できる。( 図表 8 参照 )

図表 8 心拍数と RR 間隔



ロ . 夏季の検証調査

心電図測定は、写真 5 , 6 のように作業  
者から発する微弱な電気信号を、身体表面  
につけた電極から検出する測定方法であ  
り、今回測定できたデータを基に作業負担  
を推定した結果、RR 間隔は最少 305msec  
~ 最大 998msec の間で変動しており、平均  
RR 間隔は 592.2 msec、標準偏差  
166.09msec であり、RR 間隔の短縮幅とし  
て、測定開始後 40 分 ~ 69 分の間に約

300msec の短縮があり、その時点の作業内  
容は防護取付け作業および、金物類の取付  
け作業を行っていたと考えられる。

また、127 分 ~ 測定終了までに約 450msec  
の大きな短縮が確認でき、その時点の作業  
内容は高圧活線作業および装柱作業を  
行っていたと考えられ、それらの作業が RR  
間隔の短縮に大きく影響したと推定され  
る。



写真5 心電図用電極取付け状態



写真6 バケット作業者心電図測定

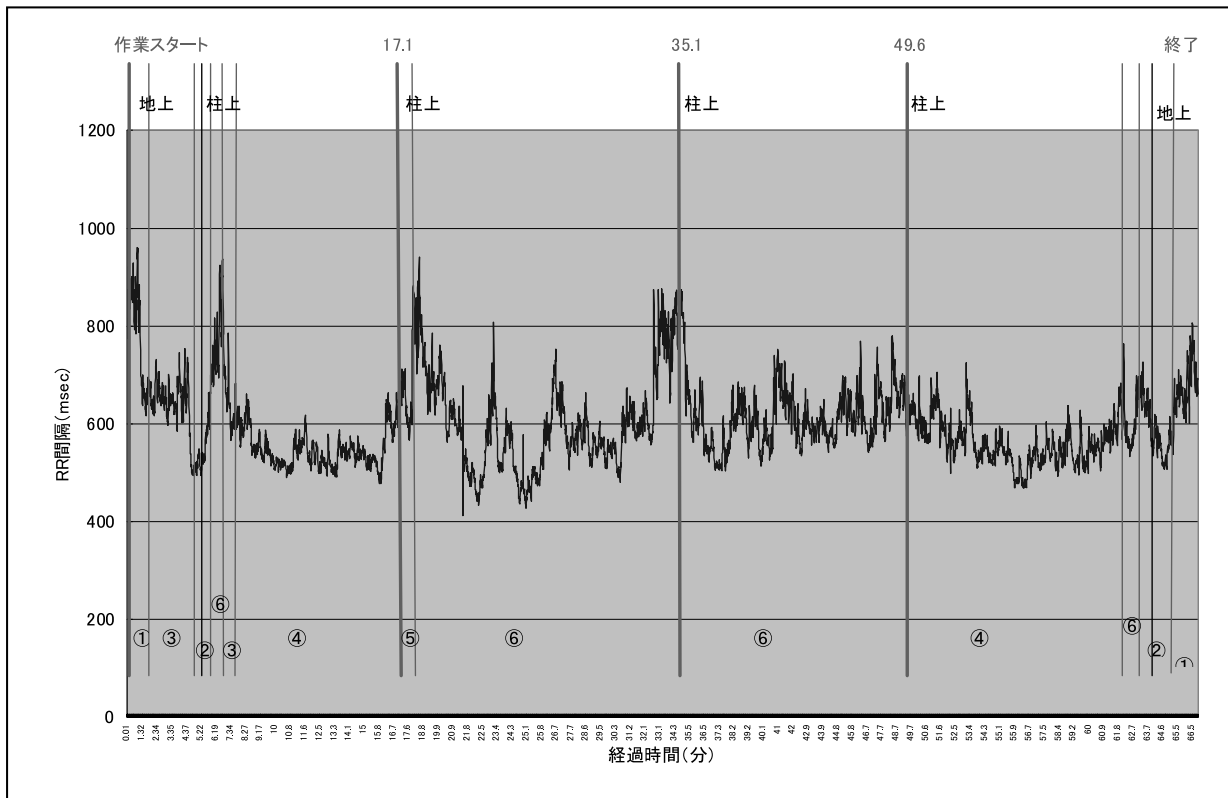
八．秋季の検証調査

図表9に示すとおり心電図測定結果を基に、バケット作業者の基準RR間隔を1,000msecと算定し、一連作業を7項目に分類し、7項目に対するRR間隔の平均値をグラフ化した図表10を示す。また、基準RR間隔とRR間隔の平均値を比較した結果として、バケット格納作業では約

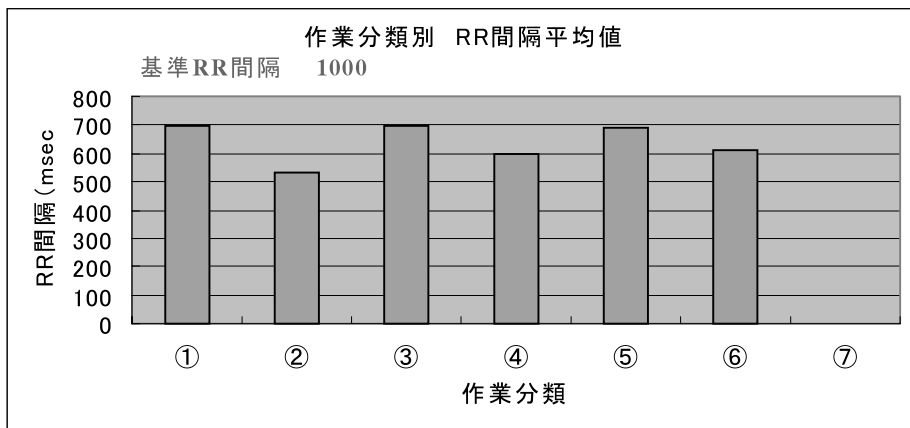
450msec短く、高圧活線作業および、装柱作業では400msec短くなる結果であった。

さらに、1から28項目の単位作業に対して、測定したそれぞれ(2日間)のRR間隔平均値、基準偏差、最大値、最小値を分析した結果を図表11に表す。

図表9 RR間隔経過時間変化(バケット作業者)



図表10 R R間隔単位作業比較 (バケット作業者)



ミーティング	バケット設置格納作業
高圧活線準備作業	高圧活線作業
装柱準備作業	装柱作業
	片付け作業

図表11 R R間隔単位作業別評価 (バケット作業)

単位作業	10月21日				10月22日			
	平均値	標準偏差	最大値	最小値	平均値	標準偏差	最大値	最小値
1 TBM-KY	860.60	44.52	961	775	953.25	70.45	1066	807
2 特装車の監視								
3 アウトリガ操作	549.41	33.15	681	507	645.10	140.39	936	477
4 ウインチの設置・収納	564.79	55.55	736	494	553.13	48.96	703	479
5 防護具の取出し・運搬	683.65	69.53	936	567	689.55	64.53	954	550
6 防護具の点検	653.70	32.43	754	585	676.42	49.47	817	596
7 防護の取付け	549.25	39.53	683	478	569.21	55.43	791	457
8 防護の取外し	575.78	45.62	763	489	648.37	90.40	911	505
9 引下げコネクタの接続	539.09	33.38	637	469	657.45	78.55	860	522
10 活線の重点監視								
11 材料・工具の準備	668.17	80.79	882	566	719.15	51.01	839	602
12 金物類の準備								
13 PCの準備								
14 変圧器の準備								
15 碍子、消耗品の準備								
16 昇降柱準備								
17 柱上への移動	633.78	54.27	816	533	613.28	84.00	928	495
18 仮足場の取付け、外し								
19 金物類の取付け	585.79	85.40	941	412	562.63	56.95	819	444
20 PC取付け	607.76	46.13	753	527	693.56	102.12	932	495
21 変圧器取付け	619.94	69.61	875	503	679.71	70.11	897	522
22 低圧取付け	787.24	50.20	876	643	562.17	27.33	639	506
23 相番								
24 監視・監督								
25 防護具の運搬・収納					558.71	22.58	639	521
26 材料・工具の運搬・収納								
27 作業後の確認	680.64	46.68	806	601	527.36	22.01	585	479
28 その他								

**( 5 ) 作業姿勢観察 ( O W A S : Ovako Working Posture Analysing System )**

作業姿勢評価のうち、全身の姿勢評価に利用できる、特別な用具を必要としない、現場で即座に記録・解析ができる、評価基準が整備されているといった条件を満たし、かつ、簡便な作りになっているO W A Sを使用し、て作業姿勢を観察する

**O W A S**

O W A Sではある時点の作業姿勢を背部・上肢・下肢・重さまたは力の4項目でとらえ、これをコード化した4桁の姿勢コードで記録する。次に、4桁の姿勢コードから図表12アクションカテゴリー ( A C ) 判定表を用いA Cを求め、さらに、図表13A Cにより4段階の姿勢の負担度と改善要求度を判定する。( A C : Action category )

**図表12 アクションカテゴリー ( A C ) 判定表**

背部	上肢	1			2			3			4			5			6			7			下肢 重さ
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	1	2	
2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3	
	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	2	3	4	
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1	1	
	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1	
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1	
4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	

**図表13 A C ( Action category )**

A C	姿勢の負担度と改善要求度
A C 1	この姿勢による筋骨格系負担は問題ない。 改善不要である。
A C 2	この姿勢による筋骨格系に有害である。 近いうちに改善すべきである。
A C 3	この姿勢による筋骨格系に有害である。 できるだけ早期に改善すべきである。
A C 4	この姿勢による筋骨格系に非常に有害である。 直ちに改善すべきである。



イ．夏季の検証調査

OWASによる作業姿勢観察では、作業の開始から終了までの一連の作業について、監督者、バケット作業者、柱上作業者、地上作業者の各作業担当者別に、10秒毎の作業姿勢をOWAS用ハンディーターミナル（写真7参照）に記録した。その結果を図表14作業者ごとの姿勢観察の結果に示す。

作業姿勢観測結果から、作業分担の中でAC3，AC4が最も多い作業はバケット作業であり、（図表15参照）その中でAC3が約80%を占める結果であり、AC3の姿勢負担度と改善要求度から筋骨格系に有害

害であり、できるだけ早期に改善すべき作業と判断できる。



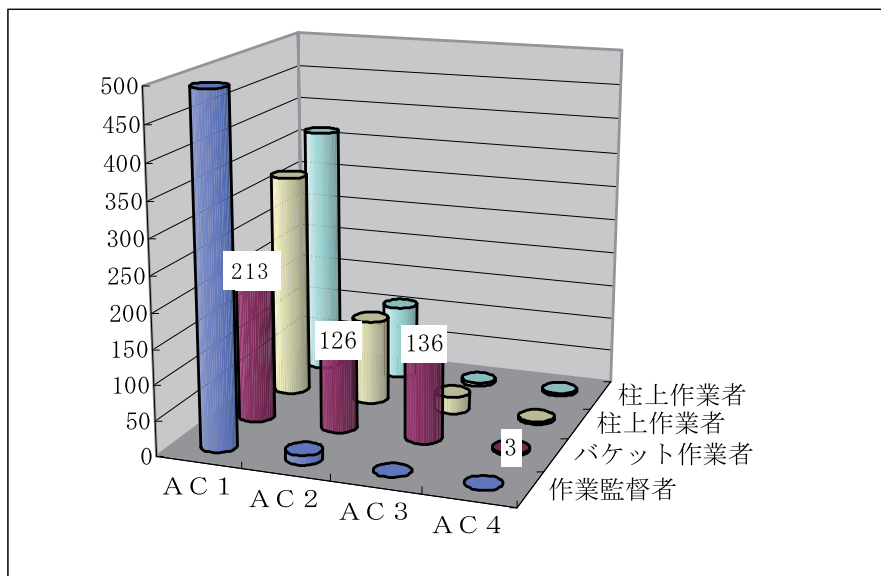
写真7 ハンディーターミナル

図表14 作業者ごとの姿勢観察の結果

	AC 1	AC 2	AC 3	AC 4	小計
作業監督者	470 (97.3)	13 (2.7)	0 (0.0)	0 (0.0)	483
バケット作業者	213 (44.6)	126 (26.4)	136 (28.5)	3 (0.6)	478
柱上作業者	324 (68.1)	123 (25.8)	25 (5.3)	4 (0.8)	476
地上作業者	366 (75.8)	108 (22.4)	5 (1.0)	4 (0.8)	483



図表15 作業分類別負担姿勢分布



## (6) 身体疲労部位および疲労感調査

実現場での変圧器新設作業に伴う疲労状況および、経時的变化をとらえる目的で、作業分類別に午前作業、午後作業の2つに分け、作業前後に日本産業衛生学会産業疲労研究会の「自覚症しらべ」「疲労部位しらべ」の用紙を活用したアンケート調査を実施した。また、同時に作業者が心身の負担と感じる項目についての主観的アンケートを実施した。

### イ. 作業員負担アンケート調査

変圧器取付け工事について、モデルとなり得る標準作業員4名のそれぞれが行う28項目の単位作業に対して、図表16負担感アンケート調査項目の「疲労部位」(首、肩、腰、腕・肘、手首・手指、膝、下肢、足首・足裏。足底)、「全身的な疲れやきつさ」、「注意や集中等の緊張」、「極度の緊張」、「短時間あるいは瞬間に発揮する力」の程度および、「休み姿勢を取りたい」、「イラ

イラ感」、「集中できない」、「眠気」、「胸(鼓動)の高鳴りや締付け」の頻度について作業員の主観的な評価を「0～4の5段階(0は全くないから25%刻み)のアンケート調査を実施した。このアンケートは、実作業現場において変圧器工事に従事した後に、回答するという方法を採用した。アンケート結果は図表17に示すが、予備的なアンケートであり回答人数が少ないため15年度は参考資料とした。

このアンケート調査から、身体部位の「だるさ、痛み」の程度が高く評価されていた単位作業は、1：ウインチ設置・収納、2：防護取付けと防具の運搬収納であり、作業中の程度については、1:変圧器取付け、2：防護取付け、アウトリガー操作であり、作業中の頻度は、1：作業後の確認、2：材料工具の運搬 3：保護具の収納、運搬、の回答数が高かった。

図表16 負担感アンケート調査項目

	アンケート調査項目
疲労部位箇所	首、肩、腰、腕・肘、手首・手指、膝、下肢、足首・足裏。足底
作業中の頻度	全身的な疲れやきつさ、注意や集中等の緊張、極度の緊張、短時間あるいは瞬間に発揮する力
作業中の程度	休み姿勢を取りたい、イライラ感、集中できない、眠気、「胸(鼓動)の高鳴りや締付け

図表17 負担感アンケート調査結果(バケット作業: 25名)

上段: 負担ありの人員 下段: 率

大分類 (作業分類)	中分類 (単位作業)	疲労部位		程度		頻度	
		合計	順位	合計	順位	合計	順位
ミーティング	1. TBM-KY	18 9%	16	17 17%	4	6 5%	3
SH設置・収納作業	2. アウトリガ操作	35 18%	4	20 20%	2	3 2%	10
	3. ウインチの設置・収納	42 21%	1	15 15%	7	4 3%	8
	4. 特装車の監視						
高圧活線準備作業	5. 防護具の取出し・運搬	26 13%	11	13 13%	11	3 2%	10
	6. 防護具の点検	8 4%	21	8 8%	17	3 2%	10
高圧活線作業	7. 防護の取付け	37 19%	2	20 20%	2	3 2%	10
	8. 防護の取外し	32 16%	6	17 17%	4	2 2%	15
	9. 引下げコネクタの接続	31 16%	7	15 15%	7	6 5%	3
	10. 活線の重点監視						
装柱準備作業	11. 材料・工具の準備	35 18%	4	16 16%	6	5 4%	6
	12. 金物類の準備	13 7%	19	3 3%	21	2 2%	15
	13. PCの準備	19 10%	14	11 11%	13	5 4%	6
	14. 変圧器の準備	22 11%	12	14 14%	9	3 2%	10
	15. 碍子・消耗品の準備	15 8%	17	7 7%	18	2 2%	15
	16. 昇降柱準備						
装柱作業	17. 柱上への移動	20 10%	13	10 10%	14	2 2%	15
	18. 仮足場の取付け・外し						
	19. 金物類の取付け	12 6%	20	5 5%	19	1 1%	21
	20. PC取付け	19 10%	14	5 5%	19	2 2%	15
	21. 変圧器取付け	27 14%	9	22 22%	1	4 3%	8
	22. 低圧取付け	14 7%	18	9 9%	16	2 2%	15
	23. 相番						
	24. 監視・監督						
片付け作業	25. 防護具の運搬・収納	37 19%	2	13 13%	11	7 6%	2
	26. 材料・工具の運搬・収納	27 14%	9	10 10%	14	6 5%	3
ミーティング	27. 作業後の確認	30 15%	8	14 14%	9	9 7%	1
その他	28. 防護の取付け取外し待機						

(7) まとめ

今回の調査結果から、標準作業員4名のうち、高所作業車という機動力を発揮し、現場作業の中心的役割であるバケット作業者の単位作業別の負担評価について、自社開発による負担評価の改善を目的として、筋電図（EMG）、心電図（ECG）、作業姿勢観察（OWAS）の負担評価により整合性・妥当性をはかる意図のもと、それぞれの評価データを

単位作業（28項目）別に共通段階点の5段階（1～5）評価に置き換え、比較・検討することとした。

イ．自社開発による負担評価

運搬・移動、取付・撤去、機械・工具の操作とその合計値である負担評価値のそれぞれを対数変換により図表18のとおり5段階評価した。

図表18 自社開発による負担評価の段階点

大分類 (工 程)	中分類 (単位作業)	運搬・移動		取付・撤去		操 作		負担 合計	段階点
		計	段階点	計	段階点	計	段階点		
ミーティング	1 TBM-KY	6.3	2					6	1
SH設置・格納作業	2 特装車の監視								
	3 アウトリガ操作	9.0	2					9	1
	4 ウインチの設置・収納	52.4	5			3.8	1	56	3
高圧活線準備作業	5 防護具の取出し・運搬	90.8	5			3.8	1	95	3
	6 防護具の点検					12.3	2	12	2
高圧活線作業	7 防護の取付け			191.6	5	17.4	3	209	4
	8 防護の取外し	3.8	1	128.7	5	11.4	2	144	4
	9 引下げコネクタの接続			61.6	5	74.8	5	136	4
	10 活線の重点監視								
装柱準備作業	11 材料・工具の準備	15.2	3					15	2
	12 金物類の準備								
	13 PCの準備								
	14 変圧器の準備								
	15 碍子、消耗品の準備								
	16 昇降柱準備								
装柱作業	17 柱上への移動					32.3	4	32	3
	18 仮足場の取付け、外し								
	19 金物類の取付け	53.5	5	192.6	5	243.8	5	490	5
	20 PC取付け	8.3	2	47.0	4	31.1	4	86	3
	21 変圧器取付け			136.6	5	39.9	4	177	4
	22 低圧取付け	5.6	1	18.0	3	27.0	4	51	3
	23 相番								
	24 監視・監督								
片付け作業	25 防護具の運搬・収納								
	26 材料・工具の運搬・収納								
ミーティング	27 作業後の確認	5.4	1					5	1
その他	28 防護の取付取外し待機								

ロ . 作業負担評価表

負担評価方法の試作版を作成するにあたり、図表19に示すとおり生理計測データ（筋電図、心電図）および、姿勢観察を標準偏差、パーセントタイル、対数変換により段階点を設け5段階評価とした。バケット作業者の防護取付け作業を例として比較した場合、筋電図（EMG）における負担評価値は全体比較が3、作業比較が4、基準負担比が3となり心電図（ECG）の段階点は5であり、姿勢評価（OWAS）の評価は2となる。その段階点の平均値3.5と作業負担合計値を対数変換した最終評価

負担度の段階点が4でおおよそ一致することから当社独自研究で作りに上げた負担評価表に基づいた作業負担合計値を単位作業毎にlog変換した5段階評価をトーエネック版負担評価（試作版）として採用することとした。

また、生理計測および姿勢観察は作業者の筋負担・心負担・姿勢負担のすべてが測定できるものでないため、作業者による主観的アンケート調査結果を参考にトーエネック版負担評価表（試作版）の精度を向上させることが今後の課題である。

図表19 生理計測・姿勢評価の負担評価（5段階）

大分類	中分類	中分類での負担評価(5段階評価)						
		EMG %ile			ECG		OWAS	
		全体比較	作業比較	基準負担	10/21	10/22	%ile	標準偏差
1. ミーティング	1) TBM-KY	1	1	1	2	1	1	1
2. バケット設置 格納作業	2) 特装車の監視							
	3) アウトリガ操作	2	3	3	5	4	1	1
	4) ウインチの設置・収納	2	3	3	5	5	2	2
3. 高圧活線準備作業	5) 防護具の取出し・運搬	4	4	3	4	4	2	2
	6) 防護具の点検	4	4	4	5	4	4	4
4. 高圧活線作業	7) 防護の取付け	3	4	3	5	5	2	2
	8) 防護の取外し	2	3	3	5	5	4	4
	9) 引下げコネクタの接続	2	3	3	5	4	5	4
	10) 活線の重点監視							
5. 装柱準備作業	11) 材料・工具の準備	2	3	1	4	3	4	3
	12) 金物類の準備							
	13) PCの準備							
	14) 変圧器の準備							
	15) 碍子・消耗品の準備							
	16) 昇降柱準備							
6. 装柱作業	17) 柱上への移動	2	3	2	5	5	2	2
	18) 仮足場の取付け・外し							
	19) 金物類の取付け	3	4	3	5	5	5	4
	20) PC取付け	2	2	3	5	4	4	4
	21) 変圧器取付け	2	3	3	5	4	3	3
	22) 低圧取付け	2	3	2	2	5	5	4
	23) 相番							
	24) 監視・監督							
7. 片付け作業	25) 防護具の運搬・収納							
	26) 材料・工具の運搬・収納							
8. ミーティング	27) 作業後の確認	1	1	1	4	5	1	1
9. その他	28) 防護の取付け取外し待機							

## ．まとめ

### 1 ． 研究総括

15年度は配電作業における作業負担評価方法の開発を目指して研究をスタートした。しかしながら、配電線作業は支持物、電線、変圧器、開閉器、支線、引込線工事に大別され、さらには、15年度に実施したモデル作業の変圧器取付け工事においては、多種の工事内容に分類される。今回、共同研究を実施するにあたり現場作業の作業負荷状況の定量的把握、さらに、人間工学的手法に基づく分析方法等について、内部・外部研究者間で検討するのに時間を要した。

実施した研究内容と今後の方向性については、図表20に示すとおりである。15年度は変圧器の取付け作業をモデルとして、作業者にかかる負担を 自社研究で積み上げた負担評価法 筋電図法 心電図法 姿勢観察法 負担感の自覚症状調査 を用いて、モデルとなり得る標準作業員4名のおよそ90分間の組み作業で検証調査した。しかしながら、作業内容が複雑であり、かつ、膨大なデータ量から、その分析に多くの時間が費やされ、自社研究で積み上げた負担評価手法に生理学データを付加して作業単位毎に作業負担度の定量的評価尺度の試作までに止まり、試作した作業負担度の評価尺度を検証し、作業負担評価方法の完成までには至れなかった。

### 2 ． 今後の課題と方向性

#### (1) 作業負担評価方法の完成

15年度に調査した「負担感を中心とした自覚症状調査」はサンプル数が少ないため16年度にフォローアップデータを収集し、試作した作業負担度の定量的評価尺度の妥当性・信頼性の検証を実施し、自社研究で積み上げた負担評価手法の改善として作業負担評価方法を完成させる。また、開発した作業負担評価方法により、配電線作業全体を分析し負担作業を特定する。

#### (2) 作業支援システムの検討・確立

15年度に実施した「作業工程分析」と「監督者の視線目配り観察」および「監督者と作業者の会話調査」から、作業支援システムの開発として、安全・品質を見据えた工法・手順の改善を目指す。

#### (3) 支援機器の開発

15年度に実施した変圧器取付け工事の作業負担度の定量的評価尺度と負担感の自覚症状調査、さらに、過去5年間の高齢者から出された改善要望意見から、作業負担の軽減など研究目的と合致し、改善すべき必然性が高い作業について支援機器を開発する予定である。なお、具体的な支援機器の検討は次のとおりである。

柱上仮足場の改善

高圧活線手袋用内部汗取り手袋の改善  
(酷暑・酷寒対応)

柱上作業者と地上監視者の連絡手段の改善

図表20 15年度研究内容と今後の方向性

