

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16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 Elderly and Persons with Disabilities (JEED)

配電作業における作業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 愛知県名古屋市中区栄1丁目20番地31号

設立 昭和19年

資本金 76億8,000万円

従業員 5,619名

事業内容 電気設備工事業

研究期間 平成16年5月～平成17年3月

研究責任者	水野 三津夫	(株)トーエネック配電統括部副部長
	神代 雅晴	産業医科大学 教授
	池田 良夫	愛知工業大学 教授
	山羽 和夫	日本福祉大学 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
	縣 康司	(株)トーエネック配電統括部技術グループ長
	三井 義夫	(株)トーエネック配電統括部技術グループ課長
	吉岡 修	(株)トーエネック配電統括部技術グループ副長
	谷口 弘之	(株)トーエネック配電統括部技術グループ副長
	玉井 誠	(株)トーエネック配電統括部技術グループ作業長
	古郡 弘子	(株)トーエネック配電統括部運営・環境グループ

目 次

I. 研究の概要

- 1. 研究の背景・目的 34
 - (1) 事業の概要と高齢者雇用状況 34
 - (2) 研究の背景・課題 34
 - (3) 研究のテーマ 34
 - (4) 研究の目的 35
- 2. 研究成果の概要 35

II. 研究の内容と結果

- 1. 研究の流れ 37
- 2. 作業検証調査 38
 - (1) 作業検証調査の目的 38
 - (2) 作業検証項目の設定 38
 - (3) 生理学データの測定 38
- 3. 負担感に関するアンケート調査 39
 - (1) アンケート調査の目的 39
 - (2) アンケート調査項目の設定 39
 - (3) アンケート調査の結果 39
- 4. 作業負担評価法の開発 39
 - (1) 作業負担評価法の試作 39
 - (2) 作業負担評価の算定 42
 - (3) 作業負担評価の比較・分析 42
 - (4) まとめ 47
- 5. 支援機器 47
 - (1) 現状の問題と改善策 47
 - (2) 支援機器の導入と効果の確認 49
 - (3) まとめ 53

III. まとめ

- 1. 研究総括 54
- 2. 今後の課題と方向性 54
 - (1) 配電作業の作業負担分析 54
 - (2) 支援機器の開発 54
 - (3) 作業支援システムの確立 54

I. 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

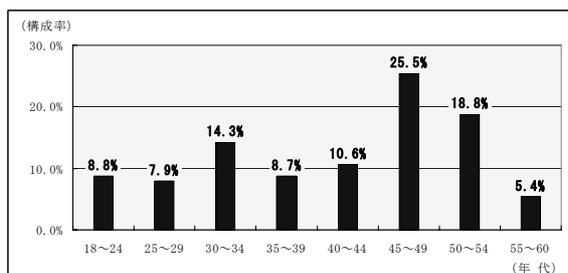
当社は、昭和 19 年 10 月 1 日に関係官庁の斡旋と電力会社の後援のもとに、中部地区管内の配電線維持、改修を目的として、愛知、静岡、三重、岐阜の 4 県下の有力電気工事会社が合併して、「東海電気工事株式会社」として創立された。その後、逐次機構の整備をはかり、愛知・静岡・三重・岐阜・長野の中部圏内を中心に豊富な経験と高度な技術を持つ総合設備企業として、地域社会の発展に貢献している。

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。

発電所でつくられた電気は、送電線路によって変電所に送られる。次に、変電所から各家庭や工場等へ高低圧配電線、引込線等によって電気を供給している。この変電所以降の工事を配電線工事と言い、電力会社から配電委託工事として請け負っている。

全従業員数約 5,400 名のうち 2,700 名が配電部門に在籍しており、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 1,900 名を対象としたものである。

配電部門の現場作業員の年齢構成（図表 1 参照）を見ると、45 歳以上の作業員が全体の半数を占めている。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への転籍制度による雇用を実施しているが、5 年後には一層高齢化が進展することが想定されており、高齢者が安全・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。



図表 1 配電部門現場作業員の年齢構成

(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展している。しかしながら、配電作業は高圧活線工事など特殊な技術を必要とし、さらに、作業内容は高所作業が主体であり使用工具や材料は重く、かつ、不自然な姿勢で作業を行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能力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ことが必要である。

(3) 研究のテーマ

イ. 作業負担評価法の完成

1 年目に提案した作業負担度の評価方法を検証し、作業負担評価法を完成する。

ロ. 作業支援システムの確立

1 年目の検討結果を受け、作業支援システムを確立する。

ハ. 職場改善のための現状調査

開発した作業負担評価法を用いて、改善すべき作業についての洗い出しを行う。

ニ. 支援機器の試作

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し開発・試作を行う。

ホ. 効果測定

開発した支援機器を作業負担評価法と現場の意見を基に効果を確認する。

(4) 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、作業者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法の開発を主目的に2年間の研究を実施した。

1年目の研究では変圧器の取付け作業をモデル作業に設定し、大分類（工程）、中分類（単位作業）、小分類（要素作業）に分類した。次いで、各作業担当者別に、生理学的見地からの筋電図測定と心電図測定、さらに、OWAS (Ovako Working Posture Analysing System) による作業姿勢分析を用いて作業負担を定量的に把握した。各作業担当者の中から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経験則に基づく作業負担評価手法（図表2参照 これ以降、「経験則評価手法」という。）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した。

課題として、① 変圧器工事の作業負担度の定量的評価尺度から配電作業全体の作業負担分析の展開方法 ② 作業負担の評価は現場に従事する作業者の負担感の反映方法の2点を挙げ、作業負担評価法の開発に取り組むこととした。

2年目の研究では、配電作業全体の筋電図、心電図測定を実施することは困難なことから、① 配電作業全般で発生する作業から12種類（140項目）の要素作業を選択し、作業検証で、筋電図、心電図測定を実施した。また、現場の作業者の負担感を把握して、作業負担評価の妥当性、信頼性を確認することを目的に、② 配電作業に従事する2,600名の作業者を対象に配電

作業全体から157項目の要素作業を抽出し、負担感に関するアンケート調査を実施した。

これらのデータを基に経験則評価手法をベースに作業負担評価法を試作し、作業検証の要素作業毎に作業負担を定量評価した。この作業負担評価は生理学的評価およびアンケート結果と統計分析手法である相関分析、重回帰分析により、負担を予測する精度の向上を確認することができた。これにより、これまで進めていた経験則評価手法に、生理学的評価と作業者の負担感を加味した**当社独自の作業負担評価法**を開発することができた。

また、同時に進めていた支援機器の開発では、ケーブル巻取り台車や仮足場は作業姿勢の改善などにより、作業者の意見はもとより、開発した作業負担評価法を用いた評価においても作業負担の軽減効果を確認することができた。

図表 2 経験則に基づく作業負担評価手法

作業負担評価の算定式							
要素作業	算 定 式						
運搬・移動作業	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)+(操作力×時間)}+姿勢負担(姿勢×時間)						
機械・工具操作	作業量(操作力×時間)+姿勢負担(姿勢×時間)						

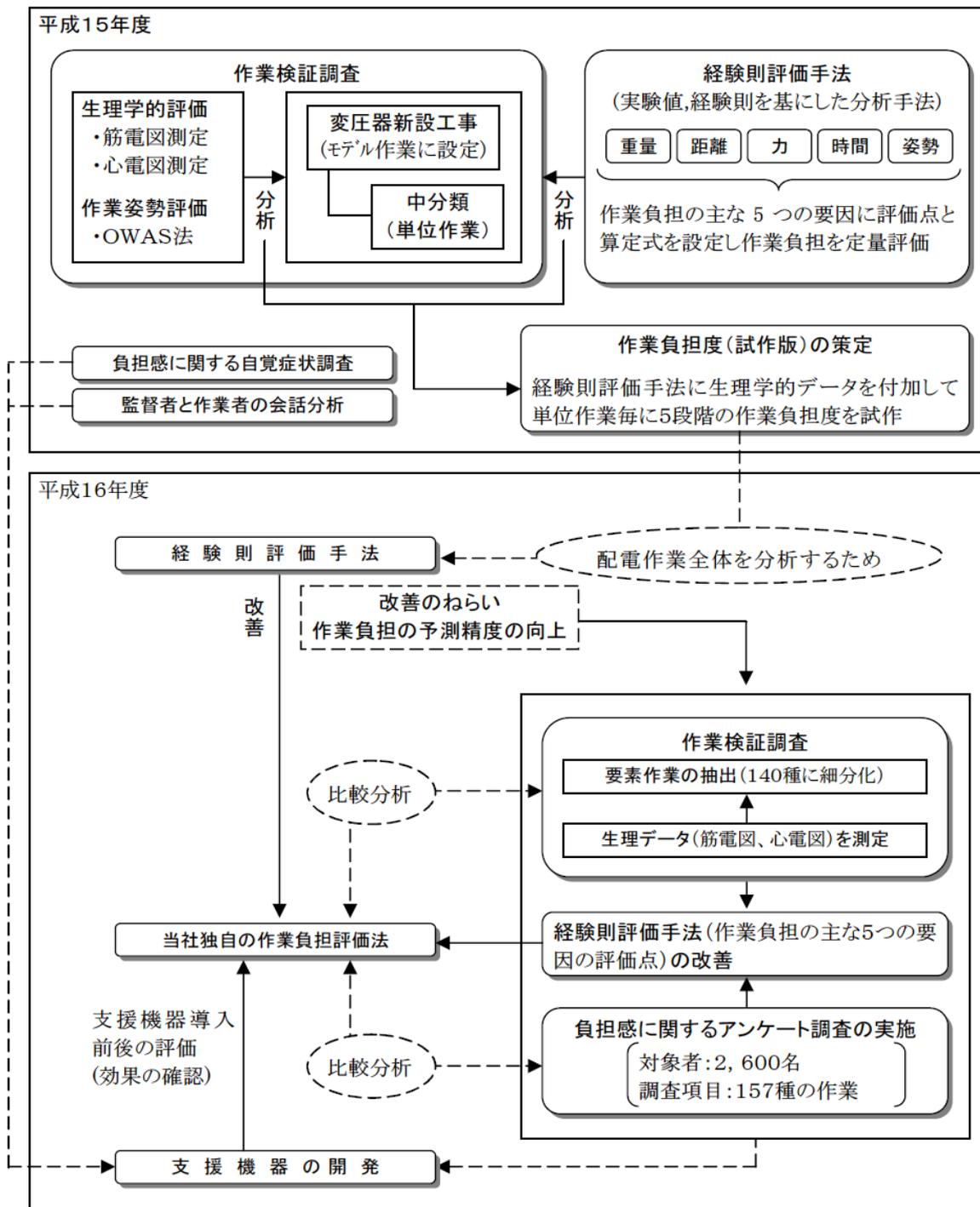
評価点							
評価点	重量	操作力	距離	時間	姿 勢		
					足(係数0.2)	腰(係数0.4)	腕(係数0.3)
1	2kg 以下	2 kgf 以下	2 m 以下	0分10秒 以下	足を浅く曲げる	上体を軽く曲げる、軽くひねる	腕、肘先を動かす、締める
2	4kg 以下	4 kgf 以下	4 m 以下	0分20秒 以下	足を深く曲げる		手首を動かす(回す)
3	6kg 以下	6 kgf 以下	6 m 以下	0分30秒 以下	両足に重心を掛けて軽く曲げる	上体を軽く曲げてひねる	体重を掛けて引く、押す、締める
4	8kg 以下	8 kgf 以下	8 m 以下	0分40秒 以下	片脚に重心をかけて軽く曲げる	上体を反らしてひねる	腕を伸ばして動かす
5	10kg 以下	1 0 kgf 以下	1 0 m 以下	0分50秒 以下			両手に力を入れて引く、押す、締める
6	12kg 以下	1 2 kgf 以下	1 2 m 以下	1分00秒 以下	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	14kg 以下	1 4 kgf 以下	1 4 m 以下	1分10秒 以下	重心を掛けて歩く	上体を軽く曲げて上下に動かす	腕を肩より上部で動かす
8	16kg 以下	1 6 kgf 以下	1 6 m 以下	1分20秒 以下			片手に力を入れて引く、押す、締める
9	18kg 以下	1 8 kgf 以下	1 8 m 以下	1分30秒 以下	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	20kg 以下	2 0 kgf 以下	2 0 m 以下	1分40秒 以下	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				10秒毎に1点を加算			
~30	2kg毎に1点を加算	2kgf毎に1点を加算	2m毎に1点を加算	9秒毎に1点を加算			
~40				9秒毎に1点を加算			

Ⅱ. 研究の内容と結果

1. 研究の流れ

本研究は平成 15 年度からの継続研究であり、2 年間の研究の流れをまとめて図表 3 のフローに示す。

図表 3 研究の流れ



2. 作業検証調査

(1) 作業検証調査の目的

配電作業全体の作業負担を分析するため、経験則評価手法による作業負担分析の予測精度の向上を目指して、経験則評価手法に用いている作業負担の要因と考える材料・工具等の「重量」、運搬や移動の「距離」、機械・工具等の「操作力」、「作業時間」、「作業姿勢」の評価点の改善に生理学的評価を取り入れる。

(2) 作業検証項目の設定

配電作業全体の作業負担分析を目指し、出現数が多いと推測する 1. 吊上げ 2. 運搬 3. 位置決め 4. 挟み込む工具の操作 5. 締め付ける工具の操作 6. 回す工具の操作 (ドライバ) 7. 回す工具の操作 (皮剥ぎ) 8. 自動工具の保持 9. 昇降柱 10. 防具の取り付け 11. テーピング 12. ケーブルの巻取り の要素作業を選定した。次に、それぞれの要素作業について、作業位置や作業姿勢、材料・工具の重量、操作力などを段階的に設定し、合計 140 種の作業検証を実施した。

(3) 生理学的データの測定

イ. 筋電図測定

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。

ロ. 心電図測定

作業前の安静時の心拍数を測定し、その心拍数での RR 間隔を基準とし、作業中の RR 間隔と比較して作業時の総合的な身体負担を推定する。

ハ. 測定結果

筋電図および心電図の測定結果を図表 4 に示す。なお、測定結果は吊り上げ作業を一例として記載する。

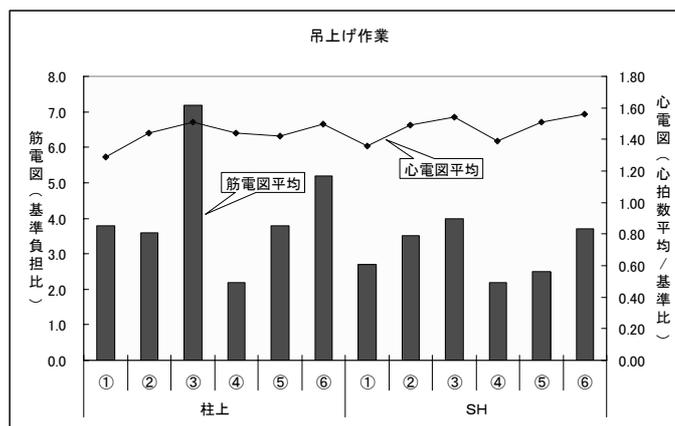
また、筋電図データは基準負担比でこれ以降検討した。

図表 5 の筋電図および心電図の測定結果グラフを見ると吊上げの設定重量に応じて筋電図および心電図のデータにも同様の変化が表れている。

図表 4 吊上げ作業の筋電図および心電図の測定結果

検証項目		筋電図データ (基準負担比)										心電図データ			
要素作業	作業位置	番号	設定	A 作業者				B 作業者				平均	心拍数平均/基準比		
				肩	腕	腰	脚	肩	腕	腰	脚		A	B	平均
1. 吊上げ	柱上	①	0kg	9.4	5.6	5.2	2.1	1.6	1.7	1.3	3.2	3.8	1.26	1.32	1.29
		②	5kg	6.5	5.3	4.7	1.9	3.1	2.7	1.6	3.0	3.6	1.39	1.49	1.44
		③	20kg	13.2	9.4	8.1	2.8	10.2	4.9	2.9	5.9	7.2	1.41	1.60	1.51
		④	0kg	3.4	2.9	2.5	0.5	2.3	2.3	1.2	2.5	2.2	1.42	1.45	1.44
		⑤	5kg	6.2	5.6	3.5	1.2	6.0	3.6	1.8	2.3	3.8	1.39	1.45	1.42
		⑥	10kg	8.0	7.1	5.2	1.0	9.6	3.8	2.4	4.1	5.2	1.40	1.60	1.50
	SH	①	0kg	5.6	3.2	4.1	1.1	2.4	1.4	1.8	1.9	2.7	1.39	1.32	1.36
		②	5kg	6.0	4.6	5.1	1.3	3.7	2.4	2.2	2.3	3.5	1.51	1.46	1.49
		③	10kg	6.1	4.7	5.9	1.4	6.3	2.8	2.5	2.2	4.0	1.55	1.53	1.54
		④	0kg	2.6	2.0	3.9	0.9	2.6	1.5	2.0	2.3	2.2	1.43	1.34	1.39
		⑤	5kg	2.0	2.4	3.7	0.7	4.0	2.6	2.4	2.5	2.5	1.49	1.52	1.51
		⑥	10kg	2.5	2.9	7.0	1.1	7.1	3.0	2.7	3.0	3.7	1.54	1.57	1.56

図表 5 吊上げ作業の筋電図および心電図の測定結果グラフ



3. 負担感に関するアンケート調査

(1) アンケート調査の目的

- ① 生理学的評価、経験則評価と現場に従事する作業者の負担感との関係を確認し、開発を目指している作業負担評価法に作業者の負担感を反映させる。
- ② アンケート項目を開発した作業負担評価法で評価し効果の確認を行う。

(2) アンケート調査項目の設定

アンケートの調査項目の概要は以下のとおり。

項目	概要
アンケート項目数	地上作業：34 柱上作業：58 バケット作業：48 一連作業：17 症状調査：4（肘痛、腰痛、手・手首痛、頸部痛） 合計：161
回答内容	各設問に対して「作業の負担感」と「身体の部位毎の負担感」について以下の内容で回答 0：ほとんど感じない 1：少し感じる 2：感じる 3：非常に感じる

(3) アンケート調査の結果

アンケート項目全体からの傾向として以下の情報を得ることができた。

- ① 部位毎の負担感
 - 首・肩 : 1.1 (平均点)
 - 腰・背部 : 1.3 //
 - 上肢 : 1.5 //
 - 下肢 : 1.0 //
- ② 年代別の負担感
 - 18～29 : 1.0 (平均点)
 - 30～44 : 1.2 //
 - 45～59 : 1.4 //

4. 作業負担評価法の開発

(1) 作業負担評価法の試作

生理学的データとアンケート結果を基に経験則評価手法をベースに図表 6 作業負担評価法を試作した。

図表 6 作業負担評価法

作業負担評価の算定式		
要素作業	算定式	
運搬・移動作業	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)＋(操作力×時間)}＋姿勢負担(姿勢×時間)	
機械・工具操作	作業量(操作力×時間)＋姿勢負担(姿勢×時間)	

算定式は経験則評価手法と同じ

評価点

負担要因	点数	項目
重量	—	3kg毎に1点を加算
操作力	—	5kgf毎に1点を加算
移動距離	水平	10m毎に1点を加算
	垂直	4m毎に1点を加算
時間	—	10秒毎に1点を加算
姿勢	腕 係数 1.3	1 両腕を下に垂らす
		2 片手で持つ、肩より下で挟み込む
		3 押す
		4 両手で持つ、肩より下で締める・回す
		5 担ぐ
		6 肩より上で締める・回す・挟み込む
		7 引く
		8 引上げる
	腰背部 係数 1.3	1 まっすぐ
		2 ひねる
		3 前に曲げる
		4 前に曲げてひねる
		5 反らす
		6 反らしてひねる
	足 係数 1.0	1 まっすぐ立つ
		2 膝(片方、両方)を地面につける
		3 両足を曲げる
		4 片足に重心をかける
		5 歩く
		6 昇る

作業負担評価法試作の開発根拠を以下に示す。

重量

作業検証調査から作業負担要素の重量との係わりが大きい要素作業（「吊上げ」「運搬」「位置決め」）について、筋電図データを基に評価点を設定した。

筋電図の測定結果は図表7-1～7-3に示すとおり、扱う重量の増加に伴い、筋電図データ（基準負担比）も増加の比例関係である。以上のことから、重量の評価点は3 kg毎に1点を加点することとした。

操作力

操作力の評価点については、操作力との係わりが大きい要素作業（挟み込む工具の操作）について、筋電図データを基に評価点を設定した。

筋電図の測定結果は図表8に示すとおり、重量と同様に操作力の増加に伴い、筋電図データ（基準負担比）も増加の比例関係であることから、操作力の評価点は5 kgf 毎に1点を加点することとした。

運搬・移動距離

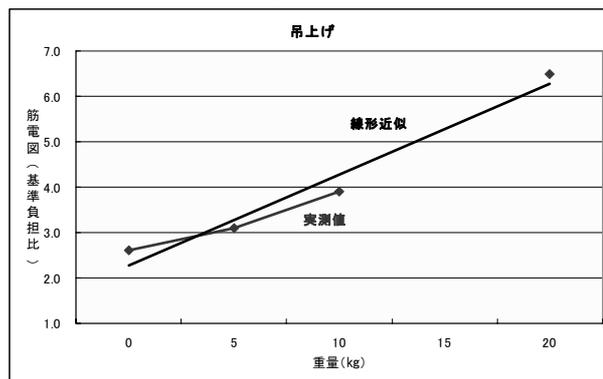
今回の作業検証調査からは運搬・移動距離の評価点を設定するための生理学的データを取得することができなかった。しかし、研究会において「水平と垂直移動では負担への影響度が相違する」との意見により、水平と垂直に分けて評価することとした。

時間

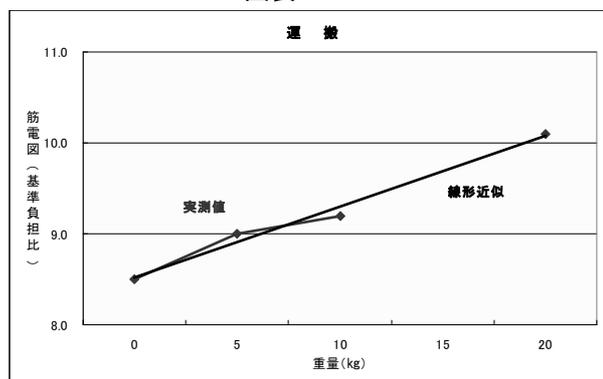
作業検証項目から時間がある程度長く続く、電柱への「昇降柱」と「防護の取り付け」作業について、心電図データを基に評価点を設定した。心電図の測定結果は図表9-1～9-2に示すとおり、時間の経過に伴い心電図データ（心拍数基準比）も少しずつ増加している。これまで時間と負担の関係は、ある程度の時間が経過するとそれ以降は急激に負担が増加するのではないかと考えていたが、今回の調査でなだらかな直線で心身への負担が増加しているのではないかと仮定し、最初の10秒を1点とし、それ以降

10秒毎に1点を加点することとした。

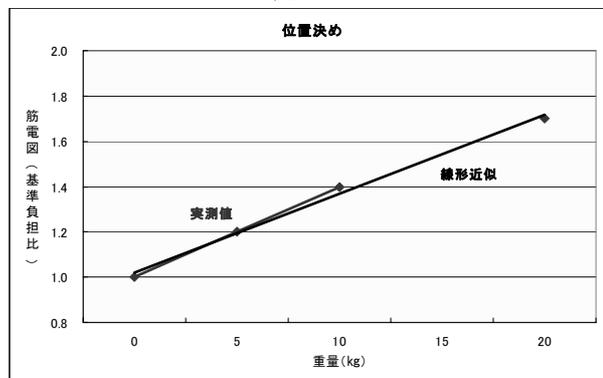
図表7-1



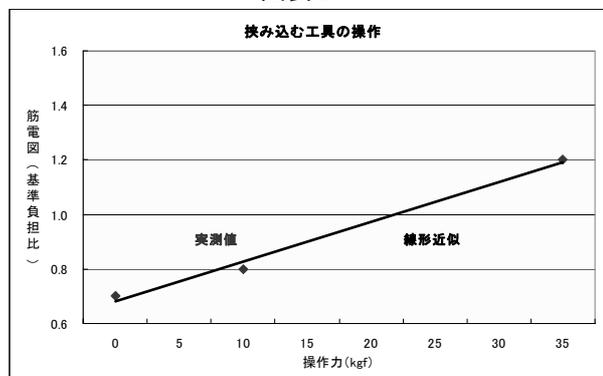
図表7-2



図表7-3



図表8

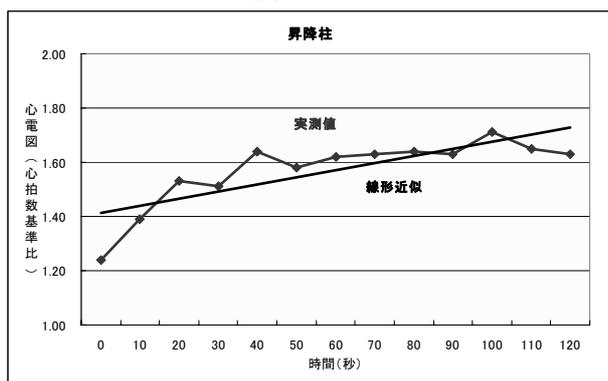


姿勢

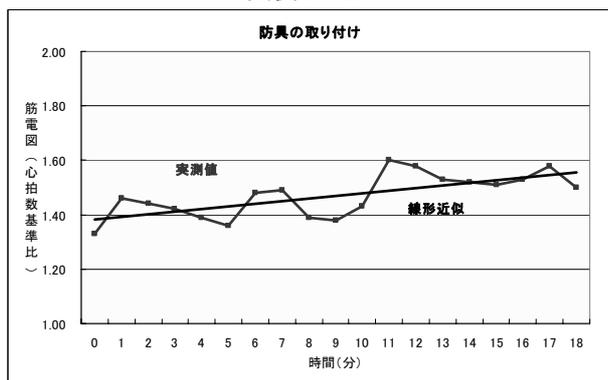
今回の作業検証調査では、防具の取付けを除いた全ての作業で基準の作業として重量や操作力を0kg(0kgf)で設定して作業検証調査を実施し、この基準の作業から上肢、腰・背部、下肢の姿勢を洗い出し、筋電図データ(基準負担比)からそれぞれの姿勢を順位付けして評価点を設定した。

また、上肢、腰・背部、下肢の部位には身体の特長として負担のかかりやすい部位とそうでない部位が存在するのではないかと仮定して、各部位に係数を設けて姿勢負担を算定することとした。この各部位の係数は負担感に関するアンケート調査の結果を基に上肢(1.3)、腰・背部(1.3)、下肢(1.0)と設定した。

図表 9-1



図表 9-2



(2) 作業負担評価の算定

生理学的評価、経験則評価、経験則評価の改善としての負担を次により評価した。

○ 生理学的評価

筋電データの平均値と作業時間(秒)の積を筋電評価として定量評価した。また、心電評価も

同様に実施した。

○ 経験則評価

経験則評価手法を用いて作業負担を定量評価した。

○ 作業負担評価法(評価1~3)

試作した作業負担評価法の評価点を用いて作業負担を定量評価した。

なお、時間の評価点について、最初の10秒間を1点とし、その後、
 評価1: 10秒経過毎に1点を加算
 評価2: 10秒経過毎に0.2点を加算、
 評価3: 10秒経過毎に0.5点を加算して評価した。

(3) 作業負担評価の比較・分析

イ. 比較・分析方法

比較・分析方法には統計分析の相関分析と重回帰分析を使用した。それぞれの概要は以下のとおり。

ロ. 比較・分析結果

① 生理学的評価と経験則評価および評価1~3

生理学的評価と経験則評価および評価1~3の作業負担の評価結果を図表10に示す。なお、評価結果には吊上げ、運搬、位置決め作業を一例として記載する。

図表 10 生理学的評価と経験則評価および評価 1～3 の作業負担の評価結果

検証項目				筋電 評価	心電 評価	経験則 評価	評価 1	評価 2	評価 3
要素作業	位置	番号	設定						
1. 吊上げ	柱上	①	0kg	61	21	17	44	28	34
		②	5kg	65	26	33	48	32	38
		③	20kg	180	38	91	88	56	68
		④	0kg	33	22	11	32	21	25
		⑤	5kg	65	24	29	36	25	29
		⑥	10kg	120	35	57	58	36	44
	S H	①	0kg	38	19	17	34	22	27
		②	5kg	60	25	33	38	26	31
		③	10kg	72	28	56	46	34	39
		④	0kg	29	18	15	40	26	31
		⑤	5kg	38	23	31	44	30	35
		⑥	10kg	67	28	54	52	38	43
2. 運搬	地上	①	0kg	190	40	24	40	18	27
		②	5kg	218	38	68	44	22	31
		③	20kg	261	38	216	64	42	51
		④	0kg	214	40	28	52	23	34
		⑤	5kg	233	42	91	54	30	39
		⑥	20kg	304	39	214	74	50	59
		⑦	0kg	208	40	7	50	24	34
		⑧	10kg	239	43	107	58	32	42
		⑨	20kg	230	41	188	76	45	57
		⑩	0kg	220	42	27	50	24	34
		⑪	5kg	201	44	68	56	25	37
		⑫	10kg	231	39	108	60	29	41
		⑬	0kg	207	36	27	57	27	38
		⑭	5kg	229	43	67	57	27	38
		⑮	20kg	201	42	206	61	37	46
3. 位置決め	柱上	①	0kg	14	20	6	24	14	18
		②	5kg	19	24	14	26	16	20
		③	20kg	64	78	75	90	33	54
	S H	①	0kg	16	21	4	22	13	17
		②	5kg	21	25	12	24	14	18
		③	20kg	65	56	56	68	28	43
	地上	①	0kg	4	5	3	13	13	13
		②	5kg	5	6	5	14	14	14
		③	10kg	6	6	9	16	16	16
		④	0kg	2	4	6	14	14	14
		⑤	5kg	3	4	8	15	15	15
		⑥	10kg	5	6	12	17	17	17
		⑦	0kg	2	4	5	11	11	11
		⑧	5kg	3	4	8	12	12	12
		⑨	10kg	6	6	11	14	14	14

相関分析

相関係数行列

変数名	筋電評価	心電評価	経験則評価	評価 1	評価 2	評価 3
筋電評価	1.000					
心電評価	0.612	1.000				
経験則評価	0.748	0.340	1.000			
評価 1	0.735	0.889	0.498	1.000		
評価 2	0.783	0.639	0.713	0.879	1.000	
評価 3	0.773	0.831	0.586	0.987	0.943	1.000

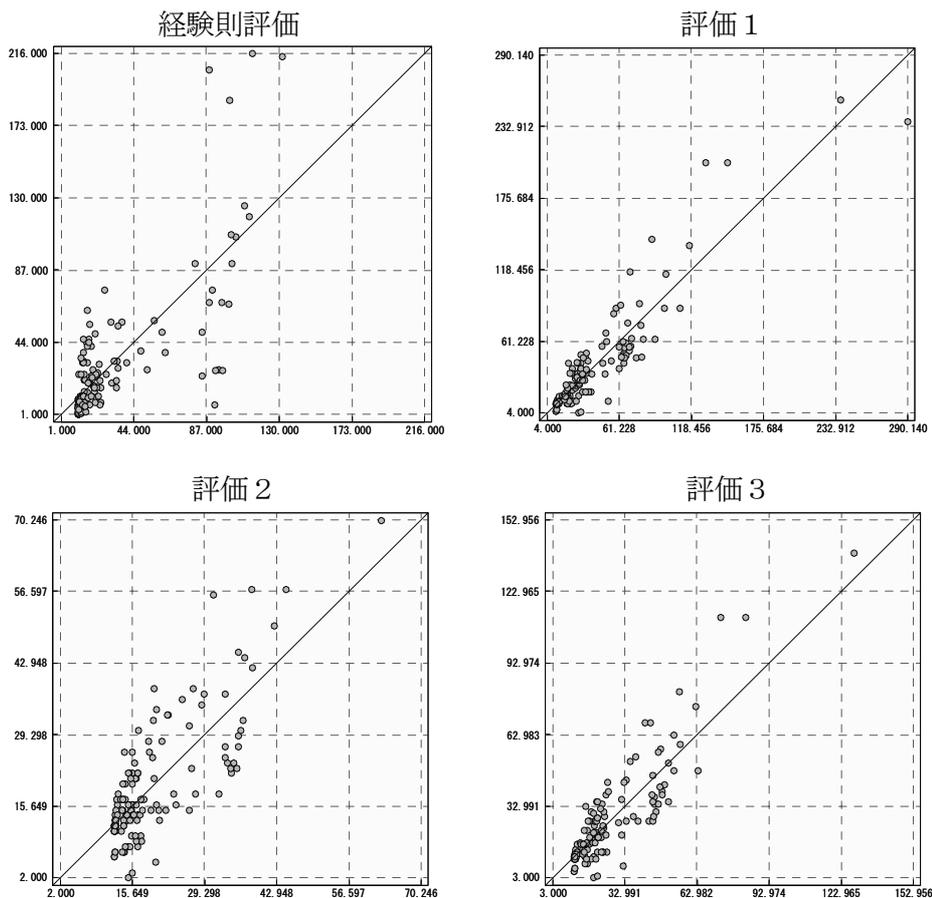
●分析結果

	筋電評価	心電評価
経験則評価	◎	△
評価 1	◎	◎
評価 2	◎	○
評価 3	◎	◎

- ◎ 強い相関
- 比較的強い相関
- △ 弱い相関
- × 相関なし

重回帰分析

予測値と実効値の散布図



●分析結果

	影響度 (自由度調整済寄与度)
経験則評価	58%
評価 1	85%
評価 2	65%
評価 3	80%

生理学的評価（筋電評価と心電評価）の影響度大きい評価は「評価 1」である。

② 生理学的評価、アンケート結果、経験則評価
および評価1～3

生理学的評価、アンケート結果、経験則評価および作業負担評価法（評価1～3）の作業負担の評価結果を図表11に示す。

図表11 生理学的評価、アンケート結果、経験則評価、評価1～3の作業負担の評価結果

検証項目			筋電 評価	心電 評価	経験則 評価	評価 1	評価 2	評価 3	アンケート 平均点
要素作業	位置	番号							
1. 吊上げ	柱上	③	180	38	91	88	56	68	2.3
		⑥	120	35	57	58	36	44	1.5
	SH	③	72	28	56	46	34	39	1.4
		⑥	67	28	54	52	38	43	1.4
2. 運搬	地上	⑥	304	39	214	74	50	59	2.1
		⑨	230	41	188	76	45	57	1.7
		⑩	201	44	68	56	25	37	1.1
		⑮	201	42	206	61	37	46	1.8
3. 位置決め	柱上	②	19	24	14	26	16	20	1.1
		③	64	78	75	90	33	54	1.5
4. 挟み込む工具の操作	柱上	③	19	17	32	18	13	15	1.3
		②	2	3	7	7	7	7	0.9
	SH	⑤	2	3	7	12	12	12	0.9
		⑧	2	3	7	12	12	12	1.1
	地上	③	12	12	25	17	17	17	1.3
5. 締め付ける工具の操作	柱上	②	34	36	18	21	10	14	0.6
		③	27	24	42	26	16	20	0.7
		⑩	21	22	14	14	8	11	0.6
		⑫	12	15	33	20	15	17	0.7
6. 回す工具の操作(ドライバー)	柱上	②	30	33	24	48	22	32	0.8
	SH	②	42	34	21	36	17	24	0.6
7. 回す工具の操作(皮剥ぎ)	SH	②	99	90	32	48	15	27	0.8
8. 自動工具の保持	柱上	②	19	44	11	21	9	14	0.9
		③	51	68	26	46	15	27	1.0
		⑤	21	39	12	21	10	14	0.9
		⑥	41	59	28	44	15	26	1.0
	SH	②	18	33	7	5	3	4	0.6
		③	48	63	17	14	5	8	1.0
9. 昇降柱	昇	①	238	182	50	204	57	112	1.6
		②	127	86	28	92	35	56	1.1
10. 防具の取付け	柱上	①	349	314	119	254	70	139	2.2
	SH	②	374	403	125	237	62	128	1.6
11. テーピング処理	SH	②	94	118	21	63	18	35	0.8
12. ケーブルの巻取り	地上	②	218	79	75	143	44	81	2.3

相関分析

相関係数行列

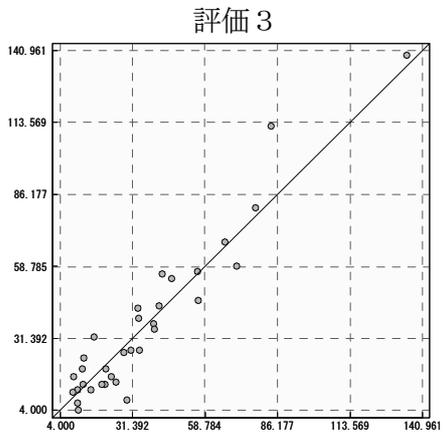
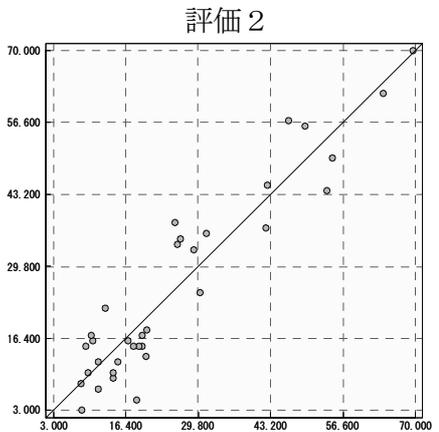
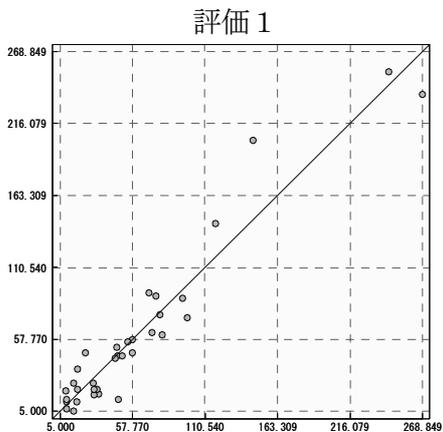
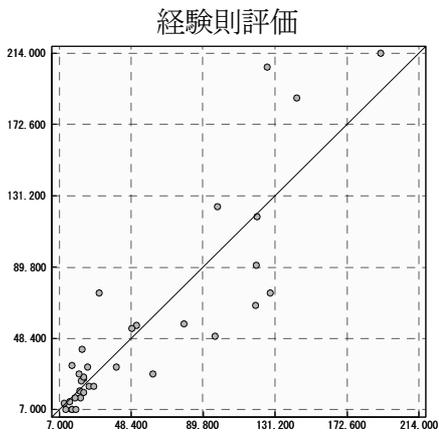
変数名	筋電評価	心電評価	アンケート	経験則評価	評価 1	評価 2	評価 3
筋電評価	1.000						
心電評価	0.728	1.000					
アンケート	0.758	0.366	1.000				
経験則評価	0.791	0.310	0.735	1.000			
評価 1	0.862	0.890	0.656	0.488	1.000		
評価 2	0.895	0.641	0.854	0.724	0.877	1.000	
評価 3	0.898	0.832	0.740	0.582	0.987	0.943	1.000

●分析結果

	筋電評価	心電評価	アンケート
経験則評価	◎	△	◎
評価 1	◎	◎	○
評価 2	◎	○	◎
評価 3	◎	◎	◎

重回帰分析

予測値と実効値の散布図



●分析結果

	影響度 (自由度調整済寄与度)
経験則評価	76%
評価1	91%
評価2	87%
評価3	91%

生理学的評価(筋電評価と心電評価)アンケート結果の影響度が大きい評価は「評価1」「評価3」である。

(4) まとめ

経験則評価および評価1～3と生理学的評価、アンケート結果との相関分析と重回帰分析を実施した結果、強い相関があり、影響力も高い評価1を当社独自の「作業負担評価法」とした。

5. 支援機器

(1) 現状の問題点と改善策

イ. 自覚症しらべ・疲労部位しらべ結果からの問題点と課題

昨年度研究の自覚症しらべ結果(図表12参照)から、午前作業・午後作業ともに、50%を超える訴えとなった項目は「肩がこる、腰がいたい」という集約結果であった。また、疲労感部位しらべ結果(図表13参照)から、午前作業・午後作業ともに、50%を超える訴えとなった部位は「首、腰部」であり、調査結果からの共通疲労部位は「腰部」である。

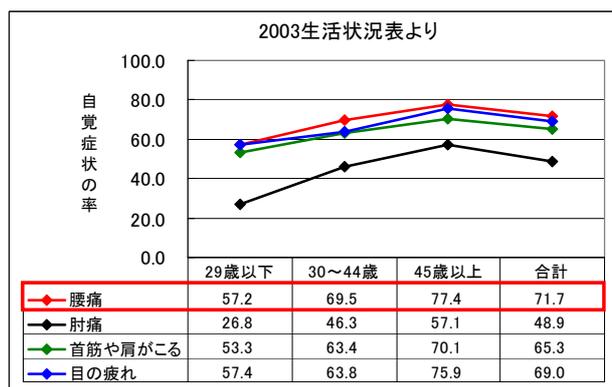
項目	変圧器取り付け作業を対象にした集計結果			
	午前作業		午後作業	
	作業前	作業後	作業前	作業後
(人数)	10	10	13	13
1. 頭がおもい	40%	20%	23%	0%
2. いらいらする	10%	0%	46%	8%
3. 目がかわく	20%	10%	46%	31%
4. 気分がわるい	10%	10%	8%	0%
5. おちつかない気分だ	20%	20%	39%	23%
6. 頭がいたい	30%	10%	8%	0%
7. 目がいたい	20%	10%	39%	31%
8. 肩がこる	60%	60%	62%	54%
9. 頭がぼんやりする	20%	10%	23%	0%
10. あくびがでる	10%	0%	46%	8%
11. 手や指がいたい	10%	0%	39%	23%
12. めまいがする	0%	0%	0%	0%
13. むい	30%	10%	69%	15%
14. やる気がとぼしい	0%	0%	46%	0%
15. 不安な感じがする	10%	10%	23%	15%
16. ものがぼやける	10%	10%	15%	15%
17. 全身がだるい	50%	40%	62%	39%
18. 憂うつな気分だ	10%	0%	31%	0%
19. 腕がだるい	20%	30%	54%	31%
20. 考えがまとまりにくい	20%	10%	46%	0%
21. 横になりたい	30%	20%	39%	23%
22. 目がつかれる	60%	70%	46%	46%
23. 腕がいたい	50%	80%	69%	69%
24. 目がしょぼつく	40%	30%	39%	39%
25. 足がだるい	10%	10%	46%	31%

図表12 自覚症しらべ結果(バケット作業者)

項目	作業前	作業後	午前作業		午後作業		疲労変化 バケット作業者 (5)→(5)
			作業前	作業後	作業前	作業後	
調査人数	(23)	(23)	(10)	(10)	(13)	(13)	
首	60.9%	73.9%	50.0%	80.0%	69.2%	69.2%	2→3
肩	52.2%	47.8%	50.0%	50.0%	53.8%	46.2%	3→3
	39.1%	34.8%	40.0%	30.0%	38.5%	38.5%	2→1
背部	30.4%	21.7%	10.0%	10.0%	46.2%	30.8%	0→1
腰部	69.6%	87.0%	70.0%	90.0%	69.2%	84.6%	4→5
上腕	26.1%	30.4%	20.0%	20.0%	30.8%	38.5%	1→1
	17.4%	21.7%	20.0%	20.0%	15.4%	23.1%	0→0
肘・前腕	34.8%	39.1%	30.0%	40.0%	38.5%	38.5%	2→2
	26.1%	21.7%	20.0%	20.0%	30.8%	23.1%	2→2
手・手首	26.1%	30.4%	10.0%	20.0%	38.5%	38.5%	1→0
	8.7%	13.0%	10.0%	20.0%	7.7%	7.7%	0→0
臀部・大腿	13.0%	21.7%	20.0%	20.0%	7.7%	23.1%	0→0
	8.7%	17.4%	10.0%	20.0%	7.7%	15.4%	0→0
膝・下腿	30.4%	43.5%	40.0%	50.0%	23.1%	38.5%	1→1
	34.8%	39.1%	50.0%	50.0%	23.1%	30.8%	1→1
足・足首	17.4%	34.8%	20.0%	40.0%	15.4%	30.8%	0→0
	26.1%	26.1%	40.0%	20.0%	15.4%	30.8%	0→0

図表13 疲労感部しらべ調査結果(バケット作業者)

しかしながら、自覚症しらべおよび、疲労感部位しらべの調査は対象人員が数少ないことから、調査結果の信頼性を高めるために、平成15年度に当社配電部門の社員(1900名)を対象に実施した生活状況調査の解答データを基に、身体部位の自覚症状について「首筋や肩がこる」「腰が痛い」「肘が痛い」「目が疲れる」の4項目について抽出した。結果を図表14に示す。



図表14 生活状況調査結果(自覚症状)

生活状況調査結果を年齢別に分析した結果、身体部位の腰痛、肘痛、首筋、肩のこり、目の疲れを4段階で評価したところ腰痛の自覚症状の訴え率が高く、各年齢層で上位を占めており、特に45歳以上の中高年者の訴え率が最も多く77%を占め、昨年の調査結果についても同様であり、配電作業における中高年者の負担と感じている身体部位は「腰部」である。

配電作業の中で、中高年者に最も負担が多い身体部位の「腰部」への負担軽減には、作業時の姿勢が大きく影響していると思われる。さらに中高年者は高所作業車のバケットからの作業より、写真1のように柱上からの作業と地上

での作業割合が高いことから柱上・地上作業の中で、「腰部」への負担が多いと思われる作業の作業姿勢の改善が必要なことが明確になった。



写真1 柱上作業

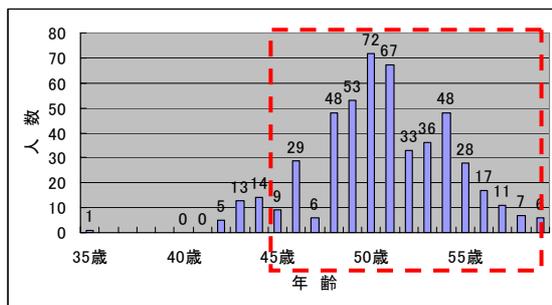
ロ. 会話調査結果からの問題点と課題

監督者と柱上作業者との会話率の高い作業の会話を分析すると、作業手順、および、注意喚起に関する内容が多く、会話内容が安全・品質・作業効率に大きく影響しているため、正確に伝わるのが不可欠である。しかし、配電作業の現場環境は写真2のように道路沿いでの作業現場が多く、監督者と柱上作業者（バケット作業者含む）は大きな声で話し必要な作業手順、注意喚起をたえず行っている。

監督者の年齢分布（図表 15 参照）の中で 45 歳以上の占める割合は、およそ 96 %であり、聴覚機能への加齢による影響について、当社の現状を確認することとした。



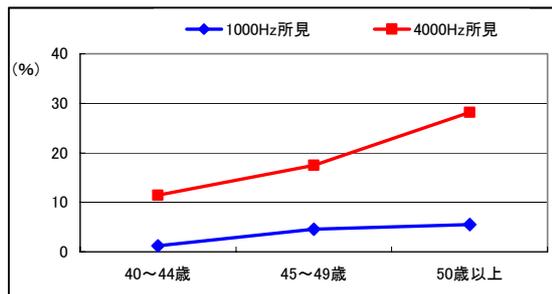
写真2 監督者の環境



図表 15 監督者年齢分布図

当社で実施した平成 16 年度の健康診断データから聴力損失（健康診断で 40 歳以上のみに実施）について分析した結果を図表 16 に示す。

聴力損失は加齢と共に増加し、高周波領域ほど損失の割合が多くなっていることから、騒音下における現状の監督者と柱上作業者（バケット作業者含む）との会話は加齢に伴う聴力低下が大きく影響するため、現行の会話方法について改善する必要があり、特に高齢者に対する対応が急務である。



図表 16 聴力損失の割合

二. 改善案の策定

自覚症しらべ・疲労部位しらべ結果および、健康診断結果を基にした身体疲労部位の問題点と課題から、腰を大きく曲げて作業しているケーブル巻取り作業と柱上作業時の姿勢改善を対象とした支援機器を試作するとともに、騒音等による会話内容の聞き取り難い環境下での作業ストレスを継続的に感じさせないことで、快適な職場環境づくりを推進するため、図表 17 に示す改善項目について検討を行った。

改善項目	改善内容
ケーブル巻取り作業時の姿勢	動力を付加した機械装置を開発し、作業姿勢の改善により筋骨格系障害の予防。
柱上作業での姿勢	仮足場を改良することで作業姿勢を改善し、腰部への負担を軽減。
監督者との柱上作業者との連絡	無線機を使用して、交通頻繁な現場での会話の明瞭化。

図表 17 改善案の策定

(2) 支援機器の導入と効果の確認

イ. ケーブル巻取り台車

工事中ケーブルを巻き取る作業は写真3に示すとおり、腰を深く曲げ前傾姿勢を継続して腕と脚の筋力を使いケーブルを1本ずつ巻き取る作業であり、数多くケーブルを巻き取る場合もあるため、特に腰部に疲労が蓄積し問題がある作業でもある。また、この作業はOWAS法による作業姿勢分析においても負担度が高いことが評価できることから、現行のケーブル巻取り器（写真4参照）の機能に動力を付加したケーブルの巻取り台車を製作し、開発した支援機器導入前後の効果を姿勢評価および、TOENEC 作業負担評価法を用いて定量的に確認することとした。



写真3 現行ケーブル巻取り作業



写真4 現行ケーブル巻取り器

① 改善策

- a. 電動モーターによる巻取り機能を付加。
- b. ケーブルの着脱が容易な構造。
- c. ブレーキを取付け脚で押えることなく巻取りができる構造。
- d. ケーブルをセットした状態で容易に移動できる構造。

以上の改善策を基に製作したケーブル巻取り台車を写真5に示す。



写真5 ケーブル巻取り台車(開発品)

支援機器の主な特徴は、24V 充電式バッテリーとモーターを付加し、動力の操作スイッチは両手が作業に使えるようにフットスイッチとしスイッチを離すとモーターの回転が自動停止する安全構造とした。また、前輪のロック装置に加え、後輪をロックする手動式のブレーキを追加したことで巻取り時の安定性が向上した。

また、ハンドルは折りたたみ式とし、車両への積み込み等の取り扱いが容易になることで使用範囲を広げ、ハンドル位置は巻取り作業時の姿勢改善のため、腰曲げ姿勢が減少する高さに設定した。

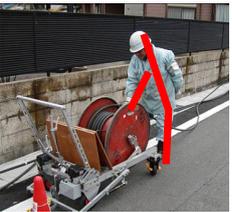
② 改善策の効果測定

a. 作業姿勢評価（OWAS）

現行のケーブル巻取り器を使用した場合は、腕を使いケーブルを巻く力として人力で約 15 kg を必要としたが支援機器導入後は、手を添える程度でケーブル巻き取りができ、巻く人力は 0 kg になり筋負担が減少した。（図表 18 参照）

OWAS法の評価ではAC3 からAC2 に姿勢が改善され、同じ前屈姿勢でも支援機器導入

後は腰を曲げる角度が浅くなり作業負担は減少した。

	支援機器導入前	支援機器導入後
現場試行時の写真		
姿勢		
姿勢コード	2152	1122
A C	3	2

図表 18 作業姿勢の比較

b. TOENEC 作業負担評価法による点数評価

今回開発した TOENEC 作業負担評価を用いて支援機器導入前後の作業姿勢、力、作業時間を加味し、作業負担を定量評価した結果を図表 19 に示す。

支援機器導入前後の負担を定量評価した結果、作業時の操作力、作業時間、作業姿勢負担のそれぞれの項目で負担評価点数が下がっており、負担評価合計点数が半分に減少したことで作業者にかかる負担も改善できたことが定量的に確認できた。

項目	負担要因						負担評価点
	操作力	時間	姿勢			評価点	
腕			腰・背部	足			
支援機器導入前負担値	2	* 7.5	7	3	4	17	143
支援機器導入後負担値	1	6	4	1	1	8	54
負担削減効果値	-1	-1.5	-3	-2	-3	-9	-89

※作業検証の平均 (図表 6 参照)

図表 19 TOENEC 作業負担評価法による負担比較

c. 現場作業員からのアンケート集約結果

現場試行を実施した事業場の作業員約 30 人からの意見を集約した結果、動力が付加されたことで人力を使いケーブルを巻くことがなく、特に「腕」「腰部」の作業負担が軽減された。また、作業員はケーブルのガイド役と操作を行うだけで巻取り作業ができるため「腰部」の作業姿勢が改善された。

また、ケーブル巻取り台車のハンドルを高く設定したことで腰を曲げたケーブルの運搬作業の姿勢負担も解消された。

ロ. 仮足場の改良

柱上作業においては、写真 6 のように電柱に仮足場を取付け、体は柱上安全帯と胴綱で腰を支点とし体重を預け作業を行っている。柱上に材料等を吊上げる作業および、電柱から離れた箇所での作業を行う場合には特に腰部に体重がかかり下肢はひねった姿勢となり不自然な姿勢が多く発生する。そのため、現行仮足場(写真 6 参照)を改良し、作業箇所により足場の位置が容易に変更可能な改善策を折り込んだ改良型仮足場を製作し作業姿勢改善の効果を作業検証で確認することとした。



写真 6 仮足場を使用した作業

現行仮足場での作業姿勢評価(図表 20 参照)が示すとおり作業姿勢が悪く作業員の体重を腰部で支えていることから、OWAS法の重量を体重に置換え評価した結果、①電柱から遠い位置での作業、②電柱から近い位置での作業ともにAC3 となり現行の仮足場による姿勢の悪さが作業員の負担要因となっていることがわかる。



写真 7 現行の仮足場

	電柱から遠い位置の作業	電柱から近い位置の作業
現場試行時の写真		
姿勢		
姿勢コード	3333	4123
A C	3	3

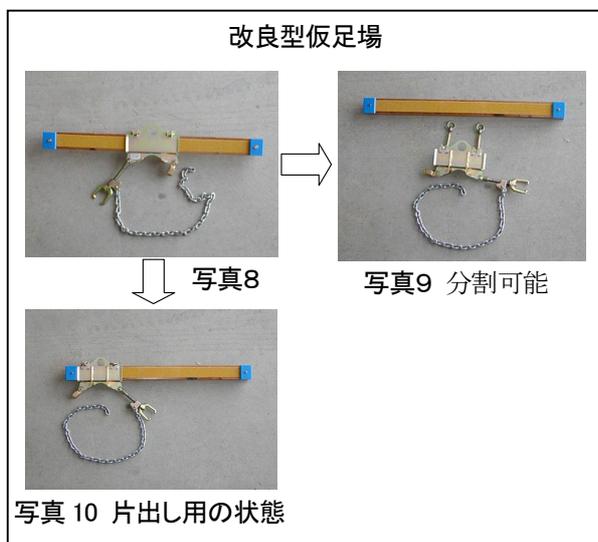
図表 20 現行仮足場での姿勢評価(OWAS)

① 改善策

- a. 作業姿勢の改善のため、作業箇所に合わせて仮足場位置が柱上で容易に変更できる構造。
- b. 安定感、安心感および、下肢の負担を軽減するため、仮足場の木部に滑り止め加工を施す。
- c. 吊上げ作業の負担軽減のため、軽量化もしくは、分割できる構造。

以上の改善策に基づいて仮足場の木部および、取付け金具に改善策を折り込んだ改良型仮足場を写真 8 に示す。

現行仮足場と比較して、写真 9 のように木部と金具部分とが分離できるため、電柱への取付けも容易になる。また、仮足場を電柱に取付けた後で写真 10 のように電柱から遠い作業位置への変更も容易にでき、さらに仮足場の木部面の上下面に滑り止め加工を施したことで作業姿勢の安定化をはかった。



② 改善策の効果測定

a. 作業姿勢評価 (OWAS)

「腰部」への姿勢負担の多いと思われる電柱から遠い位置での作業について現行仮足場と改良型仮足場との作業姿勢を比較評価した姿勢コード、ACについて図表 21 に示す。

改良型仮足場を使用して電柱から遠い位置で作業を行った場合、現行の仮足場より約 40 cm 足場が外にすることでまっすぐな姿勢に近くなり、腰部への体重負担が軽減されたことで姿勢評価が AC3 から AC2 になった。また、同様な AC であっても体の傾きが少ない姿勢になったことと、仮足場木部上面に滑り止めを施したことで足場の安定感、安心感が増し作業者の「腰部、下肢」にかかる負担が軽減されたと考えられる。

	電柱から遠い位置の作業	電柱から近い位置の作業
現場試行時の写真		
姿勢		
姿勢コード	3331	4131
A C	2	1

図表 21 改良型仮足場での姿勢評価(OWAS)

b. TOENEC 作業負担評価法による点数評価

TOENEC 作業負担評価法を用いて現行仮足場と改良型仮足場との負担を定量評価した結果、図表 22 に示すとおり姿勢負担の腰・背部の姿勢負担数値が大幅に下がっており、作業者にかかる負担評価合計点数「54 点」から「36 点」に減少したことで作業者負担が 2/3 に改善できたことが定量的に確認できた。また、最も負担軽減できた身体部位は「腰部」であることも確認できた。

項目	負担要因					負担評価点
	操作力	時間	姿勢			
			腕	腰・背部	足	評価点
支援機器導入前負担値	7	2	6	6	4	20
支援機器導入後負担値	7	2	4	1	4	11
負担削減効果値	0	0	-2	-5	0	-9

図表 22 TOENEC 作業負担評価法による負担比較

ハ. 骨伝導スピーカー無線機

監督者と柱上作業者との会話は通常大きな声を出して行っているが写真 11 のように主要道路に面した現場環境では通行車両の騒音等により正確に会話内容が伝達できず聞き間違い聞き漏らしが発生することがあるため、「耳に入る騒音の減少」「明瞭に聞こえる」などの工夫した連絡用無線機を製作し、導入効果の確認として騒音の著しい場所での作業検証を実施することとした。



写真 11 作業現場の環境

① 改善策

- a. 監督者と柱上作業者との会話に無線機を活用する。(写真 12 参照)
- b. マイクはノイズカット機能、スピーカーは骨伝導機能を用いる。



写真 12 骨伝導スピーカー無線

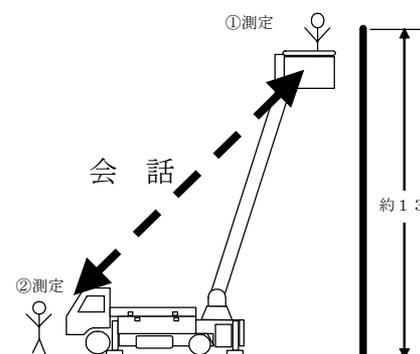
無線機のマイクは地上の騒音をカットするノイズキャンセラー機能付マイクロホンを使用し、作業時に両手が使えるようにボイススイ

ッチを付加した。

スピーカーは、高齢者および難聴者が騒音下だけではなく、通常の会話も含め明瞭に聞こえるよう骨伝導スピーカーシステムを採用した。また、写真 12 のようにこの無線システムはヘルメットに組込みが可能であり、ヘルメットを装着した状態での使用を前提としている。

② 改善策の効果測定

現場を想定した場所での騒音測定を行うと共に、従来の会話方法と骨伝導スピーカー無線機を使用した場合の会話方法の比較を行った。



図表 23 作業検証方法

a. 騒音の激しい場所での比較

交通頻繁な騒音の激しい国道沿い、新幹線のガード下、踏み切り沿い等で騒音測定を行うと同時に、従来の会話方法と骨伝導スピーカー無線機を使用した場合の伝達精度について検証し効果について確認を行った。

b. 高所作業車のエンジン音での比較

教育センター屋外実習所内で高所作業車のエンジンをかけた状態において図表 23 のように柱上と地上との騒音測定を行うと同時に、従来の会話方法と骨伝導スピーカー無線機を使用した場合の会話の精度について比較を行った。

c. 著しい騒音条件化における会話検証結果

実現場を想定した騒音の激しい場所および、教育センター屋外実習所内で高所作業車のエンジンをかけた状態で、従来の会話方法と支援機器を使用した場合の会話検証結果を比較した結果を図表 24 に示す。

実現場を想定した騒音の平均値は、およそ 80 dB/A 程度であり、その騒音値は環境条件 (図

表 25 参照) に当てはめると「地下鉄の車内、ピアノの音」と同等であり大声で話さないと会話が出来ない環境下であることがわかる。また、検証結果から肉声での会話では柱上、地上の双方とも半数以上が聞き取れなく、聞き取れても内容がわからないと言う結果が多くを占めている。

骨伝導スピーカー無線機を使用しての検証結果については柱上、地上の双方で良く聞こえ、身振り手振りがなくても内容がはっきりわかった。マイクのボイススイッチの ON、OF 機能により聞き取り難い場合もあったがヘッドホーンのように耳をふさがず使用できるため、周囲の状況が耳でも確認できた。装着感については、長時間装着する場合は骨伝導スピーカーの圧迫により、頭が痛くなる場合もあった。

場 所	測定値 (平均)		検証評価			
	①測定	②測定	①無線	②無線	①肉声	②肉声
国道1号交差点	77.6	74.4	1	1	3	4
国道19号交差点	73	75.8	1	1	4	4
鉄道ガード下	76.5	78.3	1	1	4	4
鉄道路み切り横	80.4	75.8	1	1	4	4
高所作業車使用時	68.9	78	1	1	3	4

<評価基準>

- 1: よく聞こえる (内容がはっきりわかる)
- 2: 聞こえる (およそ内容がわかる)
- 3: 聞こえづらい (聞こえるが内容がわからない)
- 4: 聞こえない (まったく内容がわからない)

騒音値 (dB)	環境条件例
20	木の葉の触れ合う音、蛍光管
40	郊外の深夜、ささやき声
50	静かな事務所、エアコンの室外機
60	普通の会話、チャイム
70	掃除機、騒々しい街頭
80	地下鉄の車内、ピアノの音
90	大声、犬の鳴き声
100	電車が通るガード下
110	ヘリコプターのそば
120	飛行機のエンジンのそば

図表 25 騒音値と環境条件例

(3) まとめ

今回開発した支援機器の中で、ケーブル巻取り台車および、改良型仮足場は現状調査から配電作業における疲労・負担部位の「腰部」への負担軽減を目的に支援機器を試験的に導入した。その結果、作業時における「腰・背部」の作業負担が軽減でき、効果についても定量的に

確認することができた。

地上と柱上との会話方法の改善に効果的であった骨伝導スピーカー無線機を導入することで、著しい騒音環境の中で会話の伝達精度が向上することが確認でき、経験豊富な高齢者に監督者業務を継続して従事できるように引き続き改良を行う。また、過去からの作業環境改善の取組として、高所作業車で作業する場合、エンジン駆動ではなく低騒音で排気ガスのでない作業者の職場環境を考慮したバッテリー駆動の高所作業車の配備を進めている。数年後にはバッテリー駆動車が100%となり高所作業車のエンジン音による影響は解決できる予定である。

配電作業は日々現場が変わり、それに伴い同様な作業においても作業環境が異なることで作業負担が変化するため、まだ多くの負担作業が存在している。そのため、今回作業環境の改善に取り組んだ項目は、配電作業の中のほんの一例である。これからの配電作業にとって高齢者の経験、知識は仕事を円滑に進めていく上で不可欠であり、高齢者が健康で働き続けられる快適な職場環境づくりの推進をはかるため、継続して支援機器の開発、導入について検討を進めていく。

Ⅲ. 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法の開発を目指して、変圧器の取付け作業をモデルに①自社研究で積み上げた負担評価法 ②筋電図法 ③心電図法 ④姿勢観察法 ⑤負担感の自覚症状調査 を用いて、標準作業員の4名でモデル作業を検証調査した。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を費やし、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単位作業レベルで作業負担度の定量的評価尺度を試作したに止まり、試作した作業負担度の評価尺度を検証できず、作業負担評価法の完成までには至れなかった。

16年度は1年目の研究成果を踏まえ、配電作業全体の分析を進めるため、単位作業レベルから要素作業レベルでの作業検証を進め、さらに現場の意見を反映するためにアンケート調査を実施し、負担感を反映した当社独自の作業負担評価法を開発することができた。また、統計分析手法である相関分析、重回帰分析により、作業負担評価法の信頼性を確認することができた。

同時に進めていた支援機器の開発でも、効果の確認として作業負担評価法を用い定量的に把握することができ、作業員からの意見としても「腕」「腰部」の作業負担が軽減されたと評価を受け、高齢者の職域拡大にもつながる見込みができた。

2. 今後の課題と方向性

(1) 配電作業の作業負担分析

- 配電作業全体より負担となっている作業を抽出するため、研究会の中で行った単位作業、要素作業での区分けを活用しさらなる分析を推進する。
- 作業負担評価法を用いて作業負担を簡単に分析できるソフト開発を実施する。

(2) 支援機器の開発

- 中高年者の訴えが多い身体の部位（特に腰部）への負担となっている作業について、支援ツール（現行の工法にとらわれないことのない新たな工法を含む）の早期開発を推進する。
- 加齢による聴覚機能の低下などを補うため、骨伝導無線機を試行したがその他にも安全と品質を確保するための支援ツールの開発を継続する。

(3) 作業支援システムの確立

- 作業環境改善のため、作業負担の定量評価から負担作業の特定と人間工学的手法を取り入れた支援機器の開発、負担評価法を用いた効果の確認をし、現場配備から成果の確認まで「plan-do-check-act」のスパイラルアップを目指し、作業員の負担軽減を推進する。