

(2) 基本計画に対する達成度

[様式1]

地域COEの構築状況

基本計画の目標・構想	目標・構想達成状況	未達の場合の原因
<p>財団法人みやぎ産業振興機構の創設と事業推進母体としての機能強化</p>	<p>高度技術の工業開発を主目的としていた財団法人宮城県高度技術振興財団が本事業の中核機関であったが、本事業の戦略的推進や研究成果の効率的な産業化等を図るため、企業育成を主目的とする財団法人宮城県企業振興協会と産学官共同研究に取り組む財団法人東北産業技術開発協会の産業支援機関3団体を平成11年4月1日に統合・再編して財団法人みやぎ産業振興機構を設立し、中核機関としての機能強化を図った。</p> <p>さらに、中核機関の機能強化について、県が適切なバックアップを行うとともに、本事業と関連して地域企業が独自に実施する研究開発等に対して、各種支援施策（研究開発補助金、機械類貸与、資金貸付等）を講じてきた。</p> <p>フェーズ においては、医学系、工学系の関係機関はもとより、リハビリ等の評価機関や福祉系大学を新たに加えた「（仮称）先端的生活支援機器開発連携協議会」を設立し、ネットワークの拡充を図っていく。</p>	
<p>地域結集型研究開発センター（旧称ヘルスサポート工学センター）の設置と機能強化</p>	<p>「開発機器展示室」、「センサ実験室」及び「二足歩行動作解析室」からなる地域結集型研究開発センターを宮城県産業技術総合センター内に設置し、研究開発拠点としての機能強化を図った。</p>	
<p>「産業化推進委員会」及び「産業化推進研究会」の設置と研究成果の産業化に向けた研究班との有機的交流ネットワークの形成</p>	<p>「産業化推進委員会」は、参画企業並びに有識者で構成され、会合を年1回程度開催してきた。「産業化推進研究会」は、幹事会と研究分野別の研究分科会又は商品化ワーキンググループで構成され、活発な活動を行い、2つのワーキンググループにおいて、県補助金の支援を受けながら、具体的な商品化に取り組んだ。</p>	<p>県の財政状況から新たな県施設の建設は困難な状況である。</p>
<p>開発成果の実証・検証・評価フィールドとなる「リハビリテーションセンター」の整備</p>	<p>「リハビリテーションセンター」建設計画は、凍結状態にあるため、当分の間、県内の医療・福祉施設との連携により、機能を代替する。</p>	

新技術・新産業創出に向けての達成状況

基本計画の目標・構想	目標・構想達成状況	未達の場合の原因
<p>(1) インテリジェント FES による生体機能再建システムの開発</p> <p>1. インテリジェント FES/TES の開発・実用化（医学系分野）</p> <p>臨床 FES システムの開発と評価 ノブ・ロイヤル・閉ループ FES システムの完成</p> <p>動作解析にもとづく生体制御アルゴリズムの開発 FES/TES による動作を計測分析して問題の抽出</p> <p>自律神経 FES システムの開発研究（最適呼吸・心筋形成 FES システムの開発） 同期機能付き呼吸パルスモニタの完成</p> <p>VR による FES/TES 訓練評価システム VR による訓練・解析システムの完成</p>	<p>フィードバック入力(8チャンネル)を備えた高機能臨床用 FES システム(cFES2001～cFES2003)を開発、これを用いて埋込・表面の両電極による立位保持・歩行等への臨床応用を実施し、歩行器を併用した歩行(対麻痺・埋込電極)において従来の2倍以上の歩行速度を実現した。</p> <p>対麻痺者の起立・歩行、ハイブリッド FES、片麻痺者・健常者起立動作、FES 自転車の駆動動作の計測分析により、身体の動作と負担との関係を明らかにした。電極埋込症例は 18 例。また、で開発した装置による立位保持 FES および歩行 FES の動作を解析し、片腕を挙げた時のバランスの崩れや重心移動等の問題点を明らかにした。</p> <p>雑種成犬を用いた横隔神経刺激実験において、より生理的な周波数に近い 20Hz 刺激により、疲労形成および回復の経過を検証した。</p> <p>上肢用 VR 訓練評価システム(視覚空間と体性感覚空間とを融合し、視線入力に連動した仮想空間を呈示可能)および下肢用 VR 訓練システム(足こぎ車椅子からの操作・移動量を仮想空間へ反映)を試作し、患者による評価実験を実施。また、パワーアシスト機構を有する FES サイクリングエアを開発、頸髄損傷による四肢不全麻痺者でのサイクリング運動を実現した。</p>	<p>未達の場合の原因</p> <p>(はフェーズで中止)</p>

<p>2. インテリジェント FES/TES の開発・実用化（工学系分野）</p> <p>システムの構築 / 刺激システムを構築し、フィードバック制御用アルゴリズムの開発</p> <p>筋疲労情報検出 / 非接触でリアルタイムに検出する電気刺激ダブルパルス方式（新提案）の開発</p>	<p>プロトタイプ・フィードバック FES 制御システムを構築し、健康者の上肢閉ループ FES (PID 制御) を実現した。また、下肢対麻痺者による足関節角度フィードバック FES 制御を実施。片麻痺歩行 FES における制御パラメータをフィードバック誤差学習法により改善した。</p> <p>ダブルパルスによる誘発筋電図 (M 波) と近赤外光による酸素消費速度計測の併用により、筋の発生トルクを良く近似でき、筋疲労の有効な指標となることを確認した。</p>	
<p>(2) 実生活での福祉・リハビリシステムの開発</p> <p>多用途 TES 装置 / 多用途 TES 装置、多チャネル刺激電極装着用ボティスイツの開発・試作</p> <p>排尿障害治療装置 / 排尿障害治療装置の試作機の安全性試験、臨床試験実施</p>	<p>4 チャンネル型で刺激パラメータをパソコン上で設定する、新しい多用途 TES 装置を完成した。この装置を用い、急性期脳卒中片麻痺患者に対して、上肢の関節可動域保持と立位時の麻痺側への荷重促進を目的とした新しい治療法を試みた結果、TES が弛緩性麻痺の状態の上肢の関節可動域を保持する効果のあること、および、麻痺側下肢への荷重を促進する効果のあることが明らかとなった。前者は治療プロトコルも確立し、フェーズ 1 における専用治療器の作製に期待がもたれる。</p> <p>TES 効果の生理学的検討については、TES による痙縮抑制効果および随意運動促進効果の生理学的背景機構を、H 波と運動誘発電位の振幅変化を通じて明らかにした。特に足部の随意背屈運動や足漕ぎ車椅子等によるペダリング運動と TES を比較する形で検討を行い、これらの結果を国内外の学会で報告した。</p> <p>TES による関節可動域訓練については、関連企業数社が関心を示しており、本研究事業の成果が、企業に新しい治療機器開発の意欲をもたらしただものと考える。</p> <p>排尿障害治療装置のプロトタイプ 1 を 10 台作製し、約 20 名の尿失禁患者についてパイロット試験を実施、有用性が確認された条件を用いて ssTES 専用治療装置の最終的仕様を決定し、改良型のプロトタイプ 2 を完成した。また、ワンタッチ装着可能な一体型の表面刺激用電極を作製・評価した。</p> <p>ssTES (仙骨表面治療的電気刺激) の作用機序に関する研究では、ssTES の下部尿路に対する急性効果を検討し、仙骨神経直接刺激の客観的知見を得ている。</p> <p>本装置を使用した客観的有用性の検討のための臨床試験で、ssTES の過活動膀胱 (夜尿症含む)</p>	

	<p>への長期効果の検討を行った結果、明らかな副作用もみられず、本法の有用性が示された。</p>	
<p>(3)中枢性運動機能及び電気刺激に伴う神経・筋機能の解明</p> <p>脳による運動機能のメカニズムの解明</p> <p>複数の筋肉の同調を制御する脳機構の解明</p> <p>電気刺激に伴う神経・筋機能の解明</p> <p>電気刺激によって神経系の回復を促す物質の少なくとも1種以上を検出し、同定</p>	<p>随意運動発現のために脳がいかなる動作原理で活動するかを基礎的脳研究で解明するため、先端的な神経生理学的・神経組織学的及び神経薬理学的手法を駆使し、脳による運動の発現・調節メカニズムに関して細胞レベルから個体レベルまでの幅広い研究を実施し、脳による随意運動制御の機構を明らかにした。研究成果はいずれも研究論文としてまとめ、学会に発表した後に専門誌に欧文で発表し、国際的にも高い評価を受けている。</p> <p>また、運動機能を有する高度な福祉機器開発の基礎として、脳による随意運動発現・制御メカニズムの解明に貢献すべく、大脳皮質の高次運動野である運動前野、補足運動野、前補足運動野のみならず、補足眼野及び帯状皮質運動野に関して、それぞれの働きを明らかにした。さらに、認知的行動制御の中核である前頭前野についても、その機能の動態の解明が進んだ。研究成果はいずれも研究論文としてまとめ、国際的に定評のある専門誌に欧文で発表した。</p> <p>脊髄組織上で解析された既知分子のうち、AW532544 と名付けたものが発現増強分子として検出されたので、その全長（10 kb と予想）を把握すべく遺伝子工学的解析を引き続き継続する。今後、subtraction 法による解析で把握した AW532544 の cDNA 全長が明らかになれば新分子の発見につながる可能性がある。</p> <p>また、樹状突起伸展制御に、small G proteins に属する guanine nucleotide-exchange protein のひとつの EFA6 が関与することを明確に示し得た。EFA6 は樹状突起分枝を制御していることを示唆しており、脊髄損傷に引き続きシナプス遮断に伴う前角ニューロン樹状突起の退縮や電気刺激による回復に、EFA6 が関与する可能性の研究を遂行中である。本研究で認められた EFA6 の樹状突起内での遺伝子発現およびその不活性化型強制発現による突起数増加は世界で初めての新知見である。EFA6 の樹状突起伸展制御の実態解明をさらに進めれば、シナプス賦活の治療薬の開発につながりえる。</p> <p>さらに、脊髄・脳におけるシグナル伝達関連のリピドキナーゼとプロテインキナーゼおよび同ホスファターゼの種々の分子の発現局在解析は、引き続き他の追隨を許さず新知見を得て欧米一流誌に発表を続けている。</p>	
<p>(4)室温・超高感度磁気センサの開発</p> <p>リアルタイム3次元位置</p>	<p>検出分解能で $8.7 \times 10^{-7} \text{Oe}$ を達成した。地元企業により、本技術を産業応用した無配線方式のコンピュータマウスの試作品を完成した。</p>	

<p>センサ ノ非接触・位置情報の高感度 検出達成（目標設定値；$10^{-7}0e$、$10^{-11}1\text{Tesla}$） （四肢）関節運動のリアル タイムセンシングシステム 試作 ノ位置決め精度；数mm以内、 伝達速度；数 msec 以内</p> <p>センサ高感度検出達成 ノ目標感度；$10^{-8}0e$、$10^{-12}2\text{Tesla}$、設定範囲；$10^{-7}0e$ ~ $10^{-7}0e$</p>	<p>複数個の3軸交流磁場マーカの位置検出を行ない、動作を検出する（四肢）関節運動のリアルタイムセンシングシステムの試作に成功した。さらに、小型の永久磁石による磁石マーカを用いて位置検出を行なう方式の同種のシステム（顎運動計測システム）も試作した。位置情報サンプリング速度は、前者のシステムで1マーカ当たり5.2msecを達成し、位置決め精度は、後者のシステムで0.1mm程度を達成した。</p> <p>検出分解能$4.5 \times 10^{-8}0e$を達成した。また、これにより、設定範囲$10^{-11} \sim 10^{-7}0e$を実現可能とした。さらに、当該設定範囲をカバーするためのオートレンジ回路について、上記のシステム構築とともに検証し、システム化に成功した。</p>	
<p>(5)FESを支える生体情報センサの開発</p> <p>多元感覚情報感温感圧センサシステム / 感温感圧センサ及び携帯電源の開発 ノ目標設定値；セガ素子が数$100\mu\text{m}$四方、厚さ数μmがズで温度分解能が約1、かつ温度補償不要で圧力分解能が数g/ILMの感温・感圧同時計測</p> <p>血流状態診断システム ノ超音波ドップラー動脈硬化診断システムの開発</p>	<p>感温感圧センサについては、歪感度（ゲージ率）5~6，温度感度（TCR）5000ppm / もつ薄膜の複合化を行い、SUS基材を用いて、受感部の大きさが数$100\mu\text{m}$、荷重感度が数100g/エレメントならびに温度分解能約0.5 の特性をもつ小型・高精度の感温感圧センサの構築に成功した。さらに、開発した感温感圧センサを活用し、携帯型でリアルタイム表示が可能な、靴底圧ベクトル情報を検出可能となる「靴底ベクトル荷重センサシステム」のプロトタイプを完成させた。携帯電源については、面積が4mm^2でインダクタンス$0.83\mu\text{H}$、抵抗1.57、性能指数16.7の特性の小型薄膜インダクタの作製に成功した。</p> <p>超音波ドップラー効果を利用し、血管壁の運動における加速度応答性を定量化して血管壁劣化度を無侵襲診断する方法を、高精度の医療診断装置として完成させた。更に、酸素代謝機能と対応するアルゴリズムを完成させ、血管壁の動きを簡便で正確に非侵襲的に察知し、動脈硬化症を診断する装置として商品化を図った。</p>	

