

【平成23年度 住宅・建築関連先端技術開発助成事業】

オフィスの知的創造性を高める省エネルギー サーカディアン照明・温熱環境制御手法の開発

竹中工務店

東京大学 生産技術研究所

足利工業大学

北陸学院大学

目的

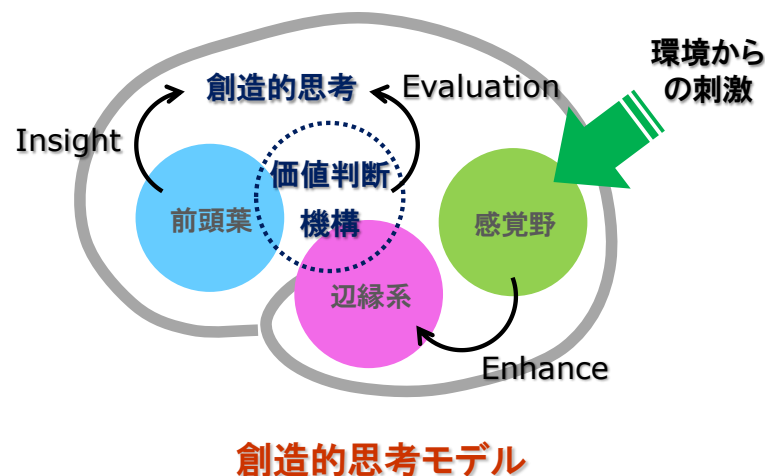
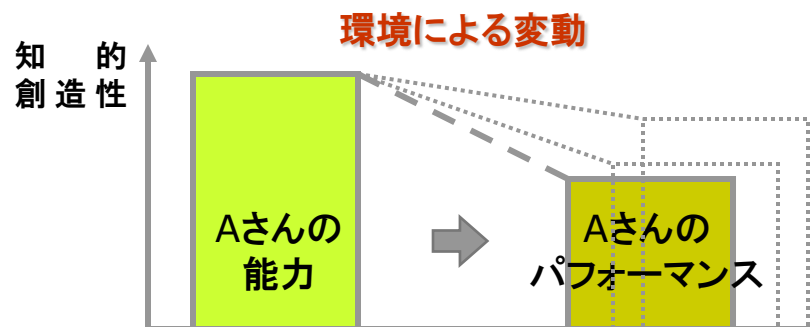
環境刺激による創造的思考プロセスの促進による「**知的創造性**」向上と、環境制御(照明・温熱)の**省エネルギー性**を両立する室内環境を実現すること

具体的には、**適切なサーカディアンリズムの形成**を促すことによって、以下に示す項目の達成を目指す。

- A) **質の良い睡眠**によるポジティブな心理状態への誘導
(抑うつ気分の解消、モチベーションの高揚 など)
- B) 日中の**覚醒レベル向上**による**持続的な集中**

① 環境により変動する知的創造性の測定手法

- 【要素1】 環境からの影響を考慮した創造的思考モデル
- 【要素2】 創造的思考モデルに基づく創造的思考タスク
- 【要素3】 創造性パフォーマンス評価手法

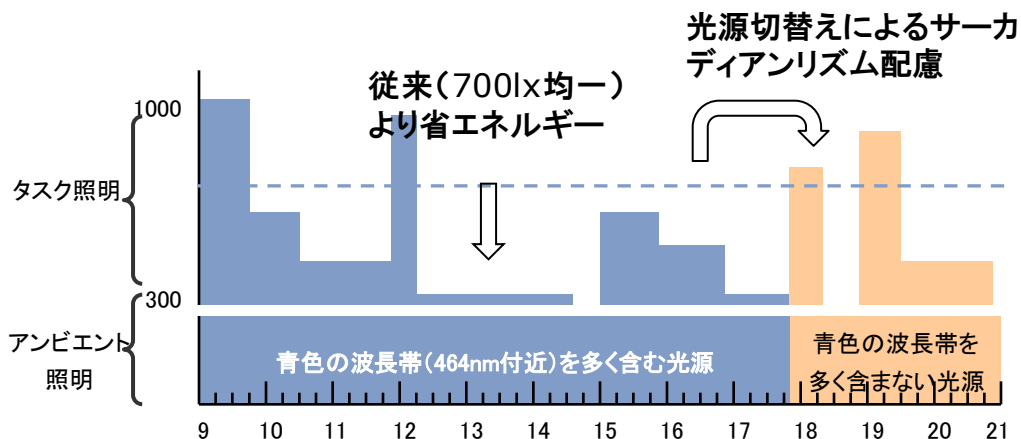


提案する技術

② 知的創造性を高める 省エネルギー サーカディアン照明制御手法

執務者の要望と、サーカディアンリズム配慮を両立する照明制御

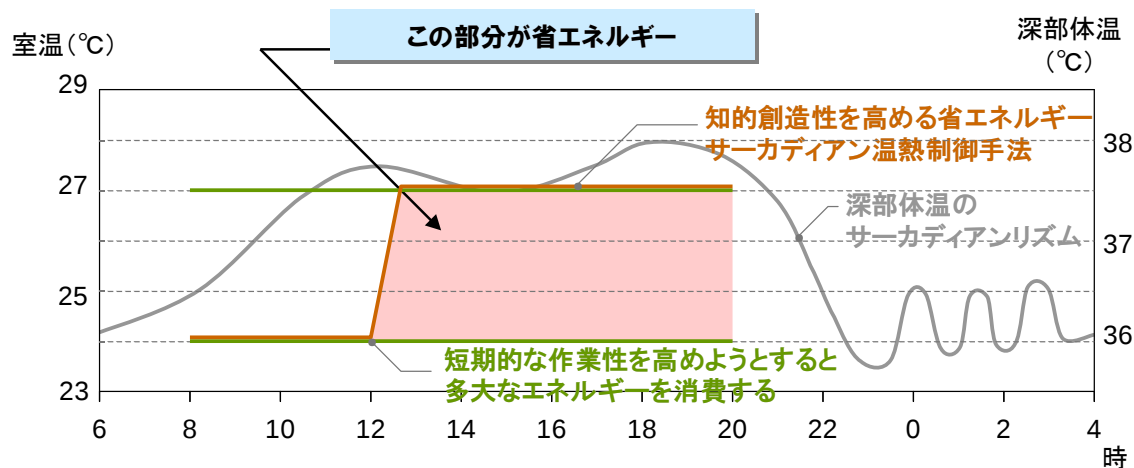
- ・ タスク・アンビエント照明により、執務者の要望に応じながら、アンビエントを低照度化し省エネルギーを実現
- ・ サーカディアンリズムは光源の波長特性を利用して調整を図る



③ 知的創造性を高める 省エネルギー サーカディアン温熱制御手法

深部体温のリズムにあわせて 午後に室温を高める温熱制御

- ・ 帰宅後のスムーズな入眠と深い睡眠を促す
- ・ 従来の温熱制御(作業性のみを考慮し室温一定)に比較して省エネルギー



実験概要

考案した創造的思考タスクを用いて

- 被験者に「生産力テスト※」を実施し、回答させる
 - 被験者自身の回答を評価(魅力、新奇性、適切性)させる
 - 他者の回答を評価(魅力、新奇性、適切性)させる
- 魅力と創造性(新奇性+適切性)の相関を評価

※生産力テスト

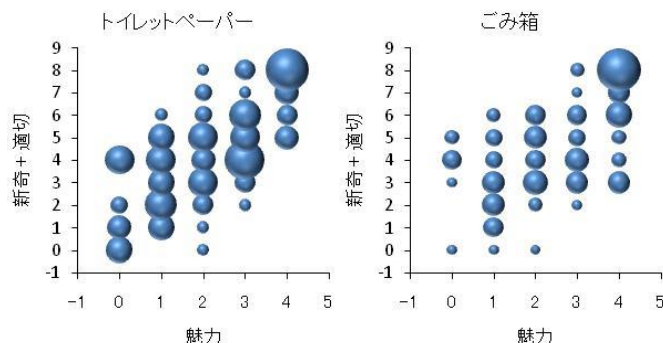
「新しい〇〇を考えてください」という質問に自由に回答させる

出題されたオブジェクト

イス、カバン、ゴミ箱、セロハンテープ、トイレットペーパー、ハンガー、ばんそうこう、めがね、扇風機、鍋、枕、洋服ダンス

実験結果

■ 魅力と創造性(新奇性+適切性)の相関



条件1	o01	o02	o03	o04	o05	o06	o07	o08	o09	o10	o11	o12
【魅力】vs【適切】	.55†	.62†	.67†	.64†	.69†	.61†	.57†	.59†	.60†	.65†	.58†	.88†
【魅力】vs【新奇】	0.12	.13*	.25†	.33†	.27†	.43†	0	.16†	-0.1	.28†	.11†	.74†
【適切】vs【新奇】	0.05	.12*	.15*	.25†	.17†	.34†	-0	.12†	-.15	.30†	0.06	.64†
【魅力】vs【適切+新奇】	.46†	.50†	.61†	.62†	.62†	.63†	.40†	.50†	.42†	.58†	.48†	.90†

(*p<0.05, †p<0.01, ‡p<0.001)

どのオブジェクトについても「魅力」と創造性(新奇性+適切性)に強い相関がある

示唆されること

- 「魅力」の自己評価によって創造性(新奇性+適切性)を高い精度で評価できる
- 生産力テストは創造的思考を複数回評価するタスクとして有効

課題

- 建築環境に差異がある条件下での「生産力テスト」の実施
- 他の知的生産性評価手法との関係性の検証

H22年度の実施内容および成果(照明制御)

4

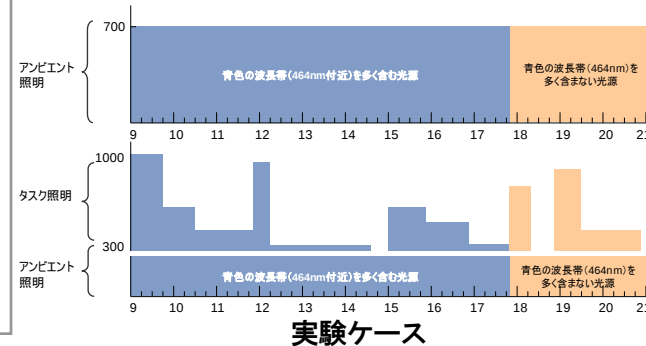
実験概要

被験者実験(3泊4日)により

- 光源の種類とその切り替え
- タスクライトの有無

をパラメータとした4ケースを対象に
光環境が、被験者の生理、心理、および知的
生産性に与える影響を検証

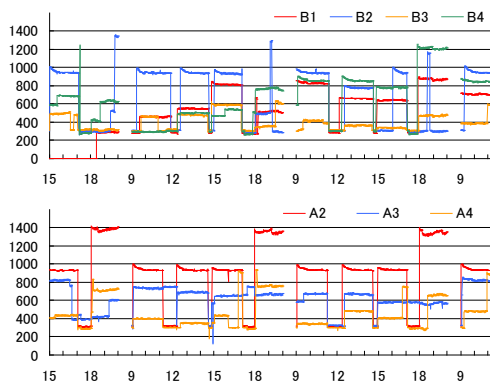
※結果的に光源のスペクトルの差は小さかったので
ここではタスクライトの有無による影響を検証



実験室

実験結果

■ 自己選択の状況(被験者別)

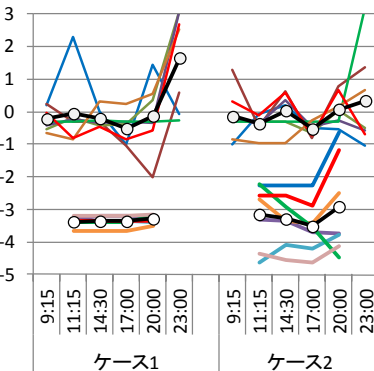


・自己選択させた場合の照度
には大きな個人差がある。

・性格との関連が見出された。
(YGで積極型
⇒照度変更頻度大など)

・自己選択させた場合の平均
机上面照度は600lx程度だっ
た。
⇒省エネルギーの可能性

■ 睡眠への影響



・18時以降高照度
を選択した被験者
は就寝前のメラト
ニン分泌が抑制さ
れている。

・自己選択に制約
が必要。または波
長特性でのコント
ロールが必要

示唆されること

- 自己選択させた場合の照度の切り替えには
その人の性格が反映され多様であるが、平
均すれば照度を下げ、省エネに結びつく
- 制約なしで照度を自己選択させると睡眠に
悪影響を及ぼす可能性がある

課題

- 光源の波長特性を利用した
サーカディアンリズム調整の
可能性検討
- 実オフィス空間での検証

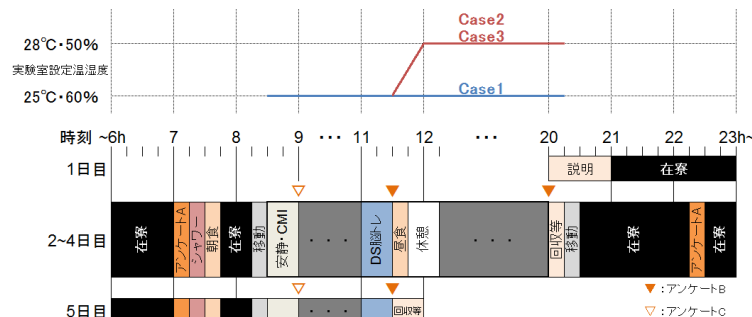
H22年度の実施内容および成果(温熱制御)

5

実験概要

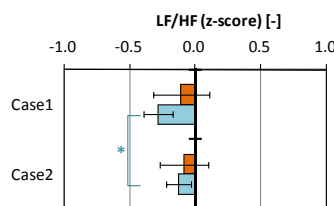
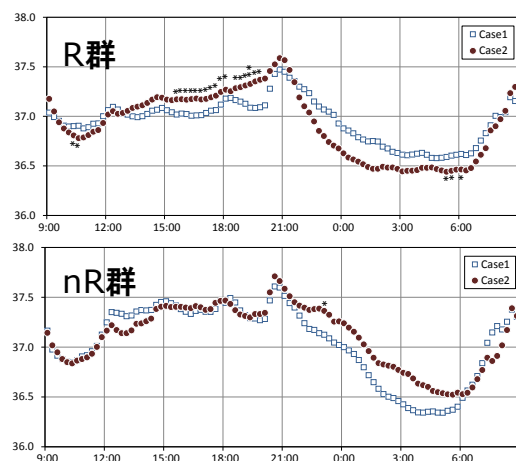
被験者実験(4泊5日)により以下の条件比較

- case1:終日 25℃
- case2:午前中 25℃→午後 28℃
- case3:午前中 25℃→午後 28℃、個別送風機設置
→温熱環境が生理、心理、および知的生産性に与える影響を検証



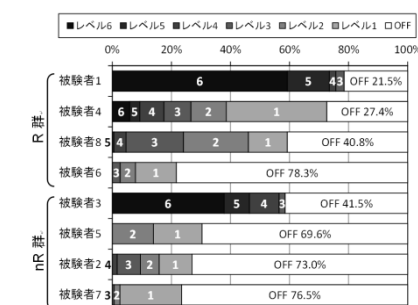
実験結果

■ 深部体温の変化



深部体温が環境温に影響されやすい群(R群)とされにくい群(nR群)とで交感神経活動などの生理反応に差がみられた

■ 自己選択時の環境調節の頻度



R群のほうが調節頻度が高くなる傾向

■ 自己選択時の心理・生理

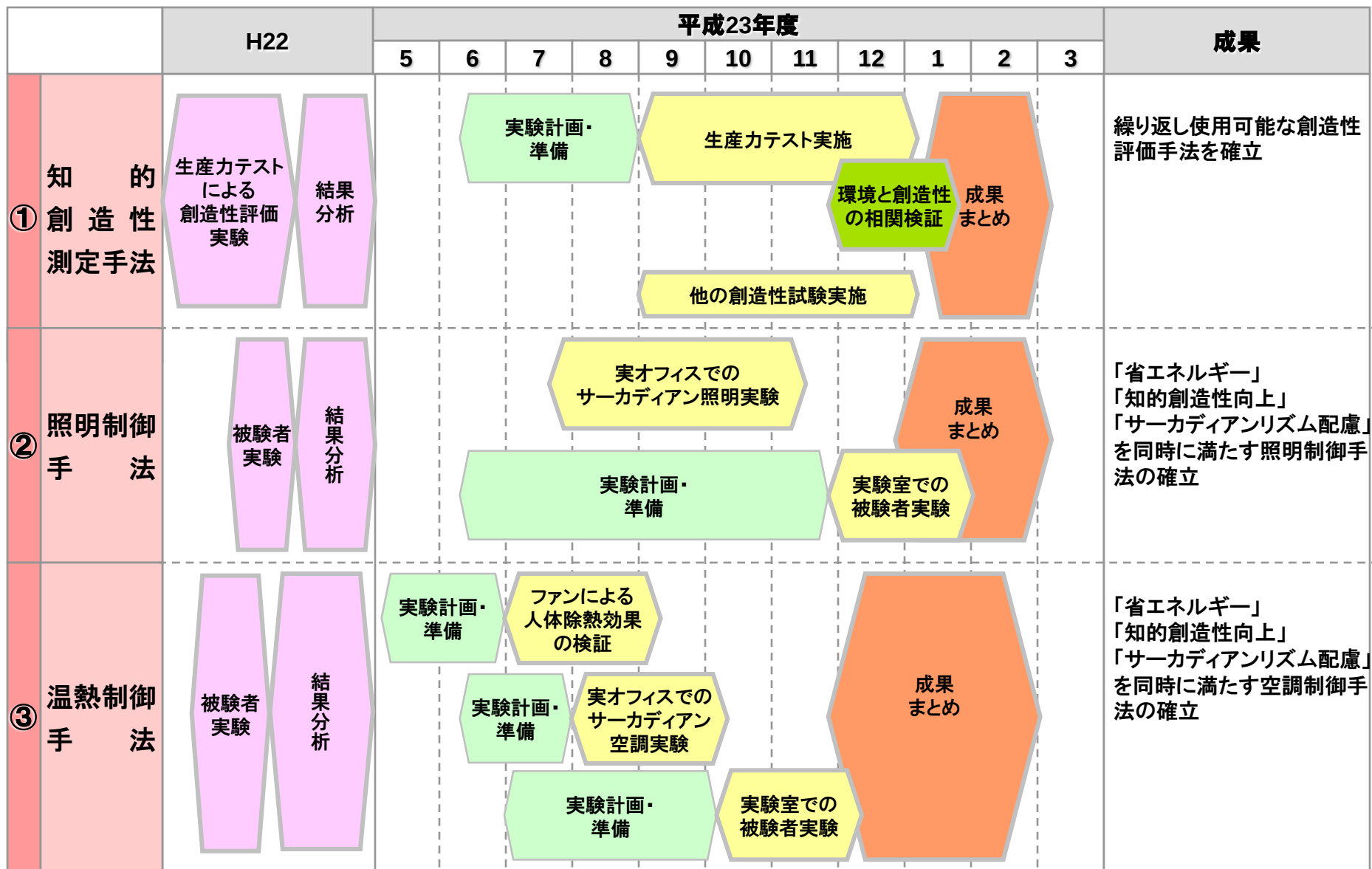
case3の心理・生理は概ねcase1とcase2の間になる傾向が見られた

示唆されること

- R群とnR群とでは自律神経系などの生理指標の変動傾向も異なる
- R群のほうが環境調節行動の頻度が高くなる

課題

- 代謝量の変化と深部温の変化との関連の確認
- 環境調節行動(ファンの稼動)による除熱量の定量化
- 同等の実験によるデータ蓄積・エビデンス強化
- 実オフィス空間での検証



知的創造性測定手法

の先導性

現状

「創造性」そのものの定義されていない

環境が創造性に影響を与えることが考慮されていない

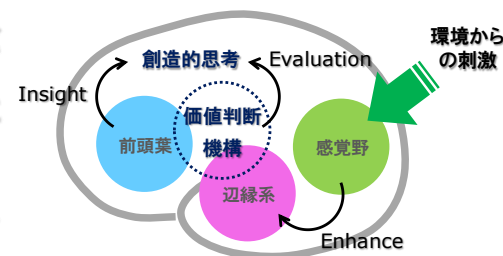
拡散的思考能力のパフォーマンスを繰り返し評価できない



提案する技術

特徴：

- 心理学、神経科学等の知見に基づき、環境が与える影響を考慮した創造的思考モデル
- パフォーマンスの変動を計測可能な創造的思考タスク



照温制御手法

の先導性

現状

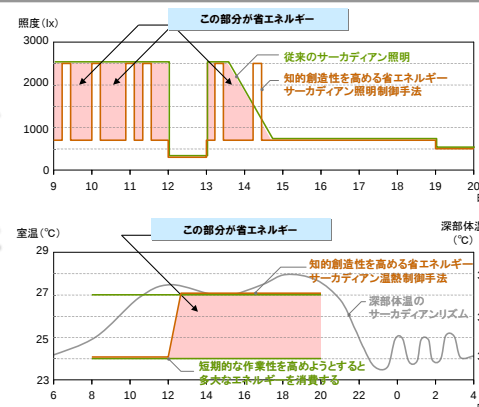
ヒトの本質的なサーカディアンリズムを考慮することなく、室内環境を一定の状態(温度や照度など)に制御している



提案する技術

特徴：

- サーカディアンリズムを考慮した制御手法
- 個人の特性にあわせた環境づくり(自己選択、個性の分類)



実現可能性
を高めるもの

建築、医学、生理学の緊密なコラボレーション

竹中工務店

足利工業大学
(小林敏孝)

環境制御

照明制御
空調制御

サーカディアンリズム
睡眠・覚醒

睡眠科学

環境制御

環境制御
知的創造性評価

うつ・ストレス
モチベーション

精神医学

東京大学・生研
(加藤信介)

北陸学院大学
(吉井光信)

これまでの
成果
(p.3-5)

実用化の見通し

実用化のハードルが低い理由

- 制御手法(ソフトウェア)、評価手法を開発することで、既存のハード技術などと組合わせて実用化可能
- 「知的創造性測定手法」については、構成員である加藤(東大・生研)を中心に国内外の**関連団体(学会など)への展開・普及が可能**

市場化の見通し

市場の成長が見込める理由

- 制御手法と併せて評価手法も開発することで、「**付加価値の定量化(換算)**」が可能となり潜在的な市場を開拓
- 新たな付加価値づくりに向けて、グローバルな競争が激化する中で、いずれの企業にとっても『**創造性の向上**』は必須