

NIRSの臨床応用:現状と未来

電気通信大学
脳科学ライフサポート研究センター セミナー
2015年5月28日

日本大学
工学部 次世代工学技術研究センター
医学部 脳神経外科
酒谷 薫

NIRS装置開発の歴史

1977年 Jobsis 基本原理

1990年 NIRS装置 実用化(浜松ホトニクス)

1995年 光トポグラフィ (日立)

1999年 光CT (NEDO)

2002年 TRS (浜松ホトニクス)

2007年 ポケット型NIRS (浜松ホトニクス)

NIRSの基本原理

可視光

近赤外光

NIRSの基本原理

変形 Beer-Lambert 則

$$\Delta OD(\lambda) = \epsilon(\lambda) \cdot \Delta c \cdot d$$

- ϵ = モル吸光係数
- c = 吸光物質の濃度 (mmol/L)
- d = 光路長 (cm)

ヘモグロビン吸光スペクトル

測定パラメータ

- Δ 酸化Hb
- Δ 脱酸化Hb
- Δ 総Hb (=血液量)

NIRSの臨床応用

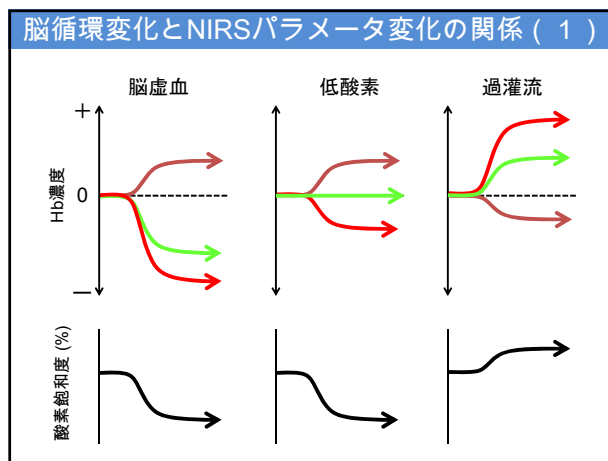
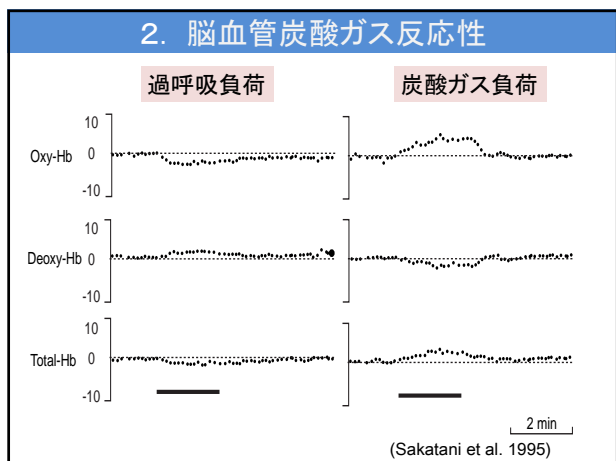
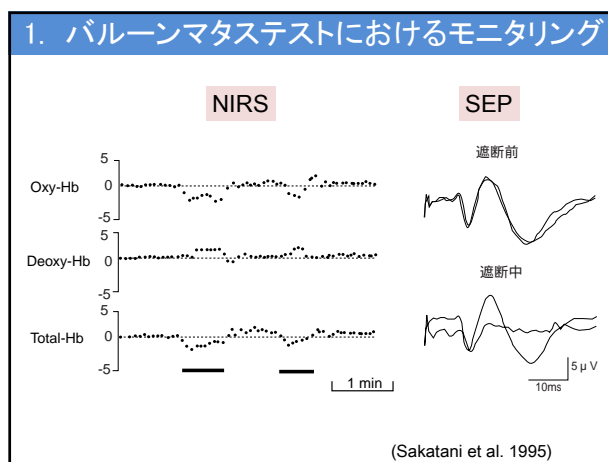
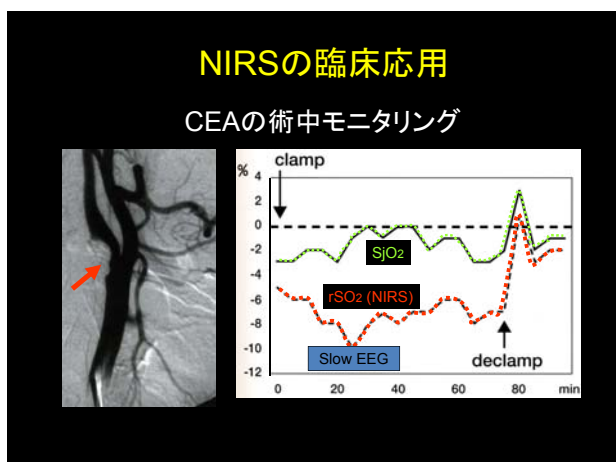
Hb酸化状態 (脳血流・酸素代謝)

脳循環モニタリング

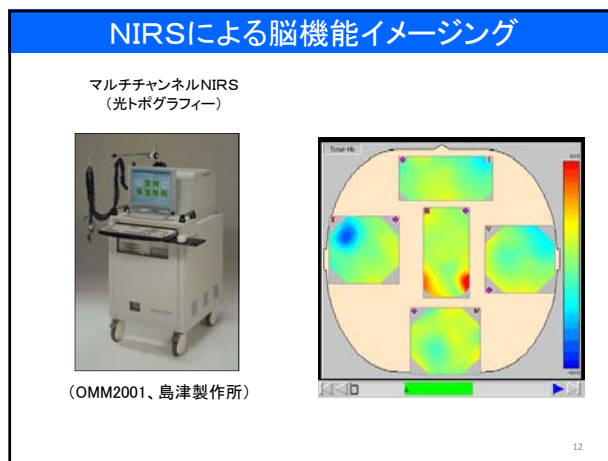
脳機能モニタリング

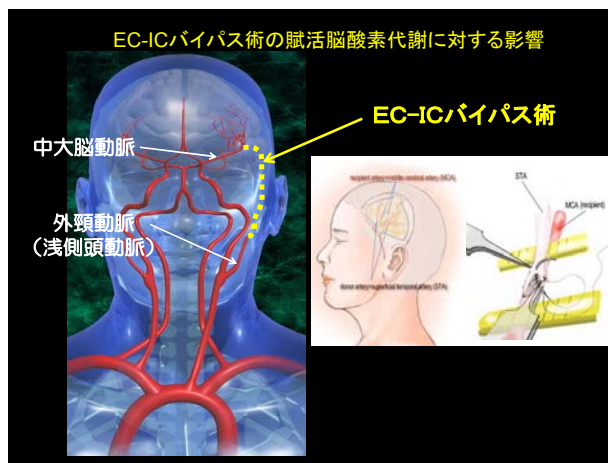
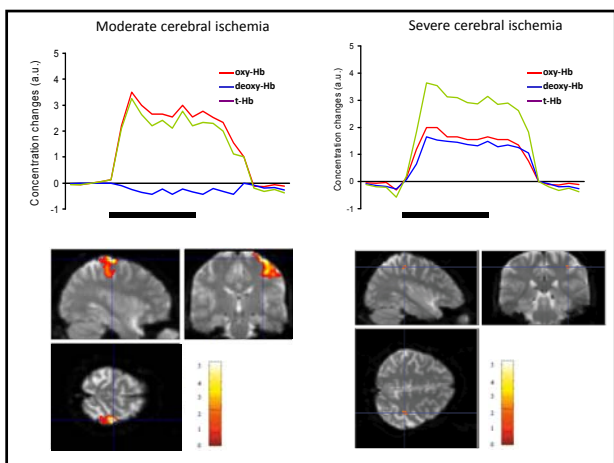
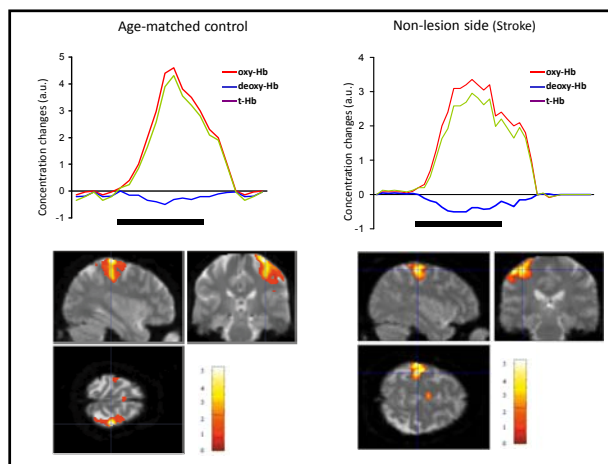
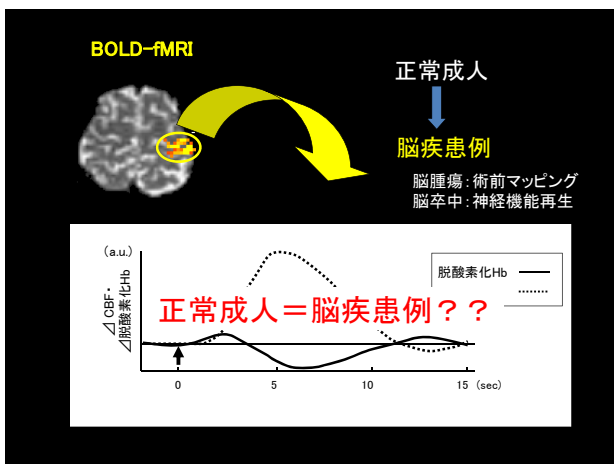
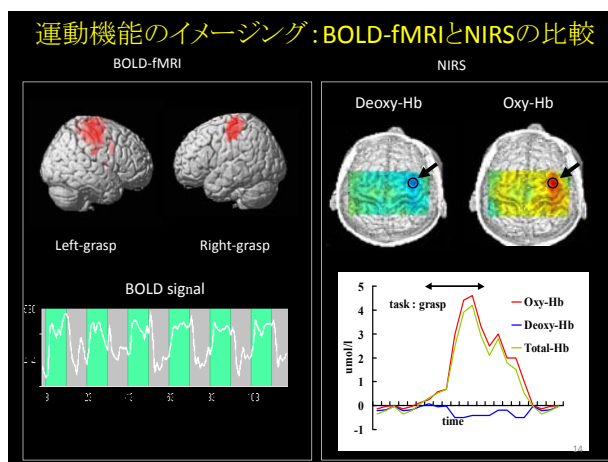
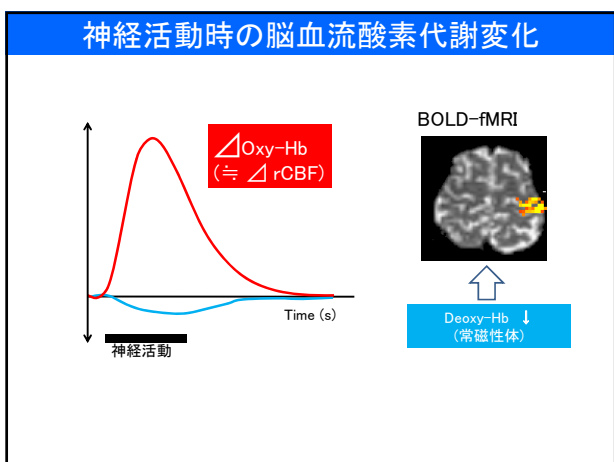
(OMM2001 島津製作所)

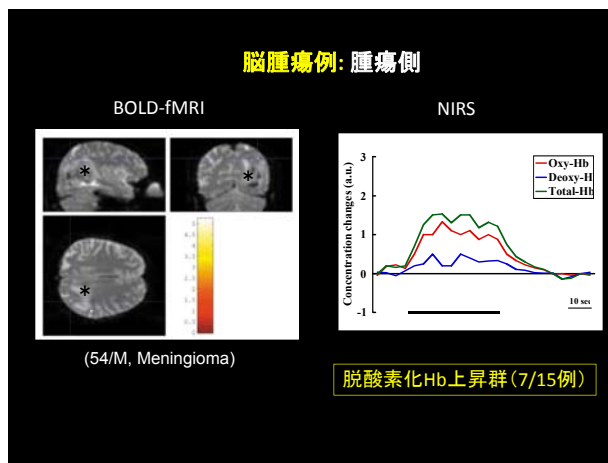
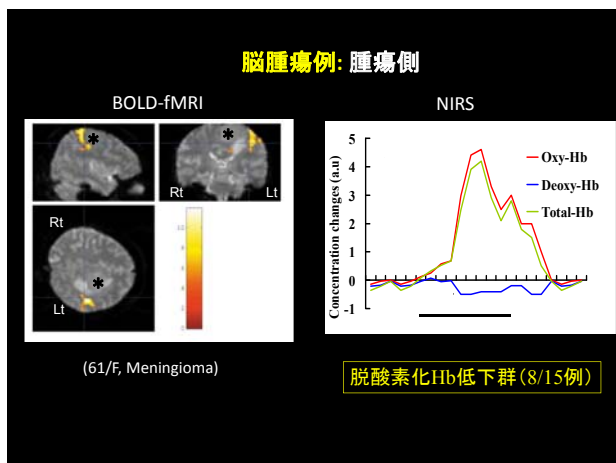
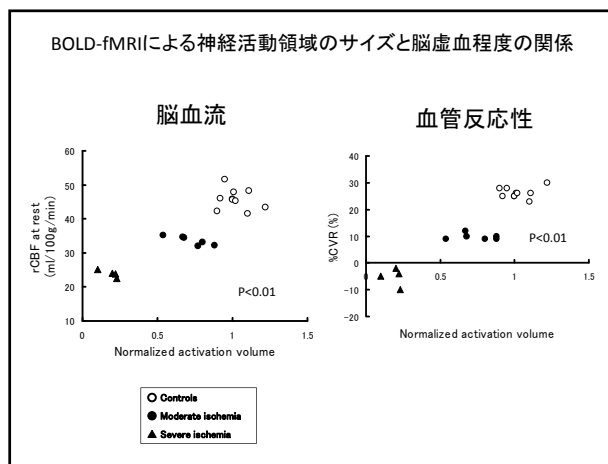
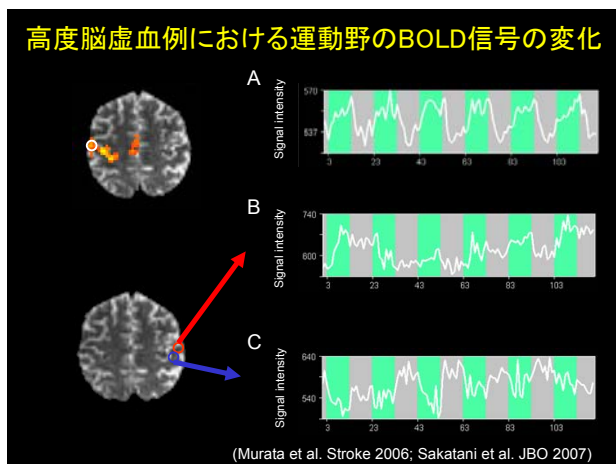
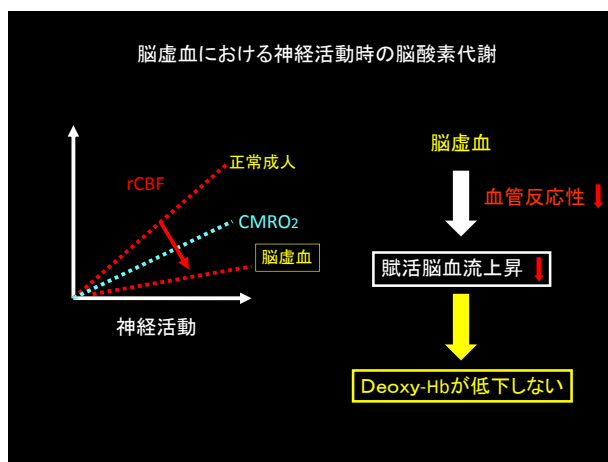
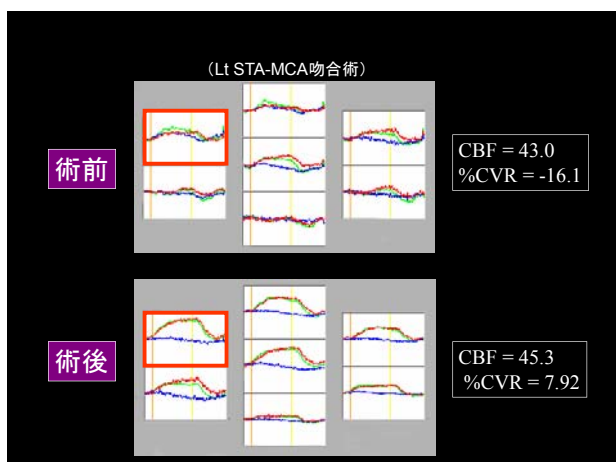
脳虚血の検出

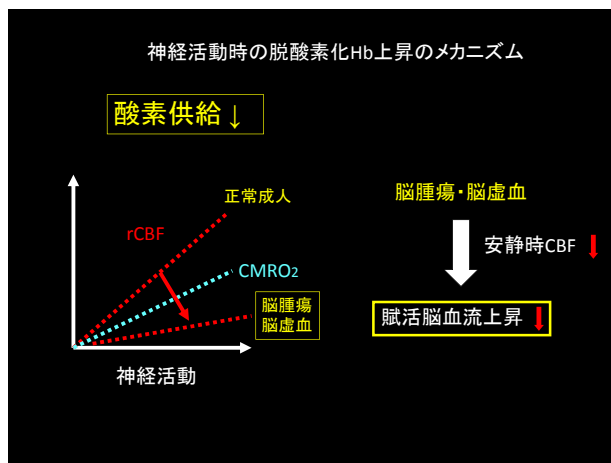
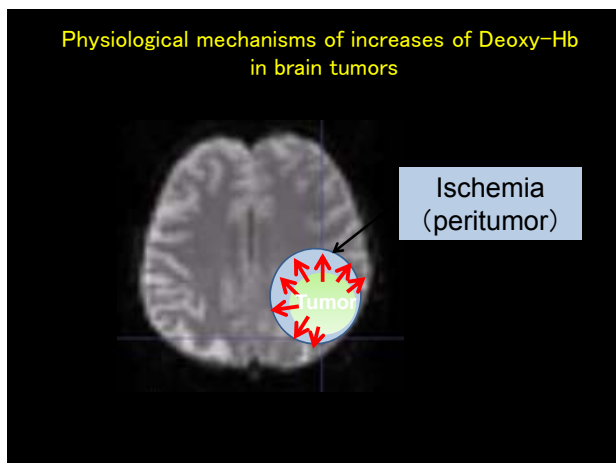
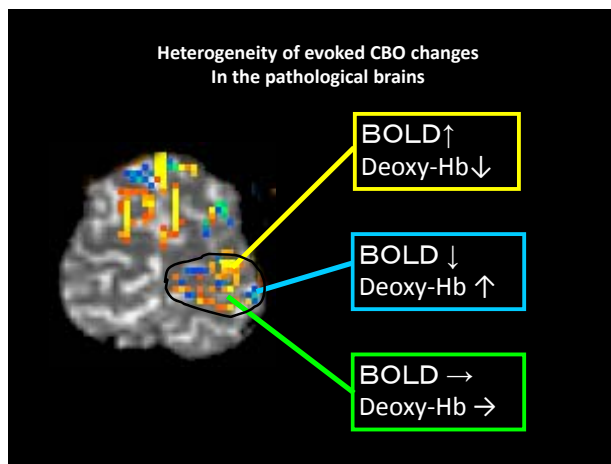
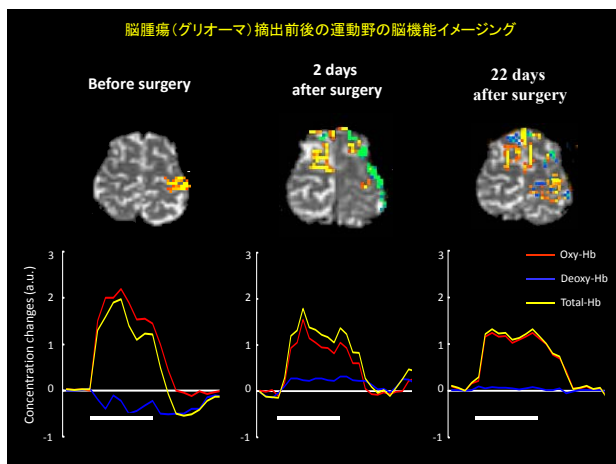
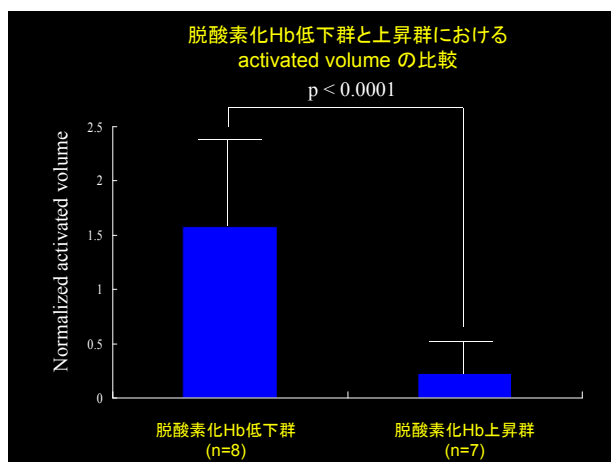
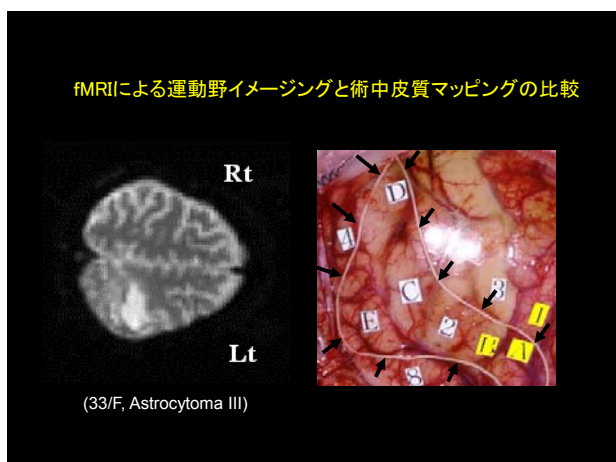


脳疾患における 脳機能イメージング





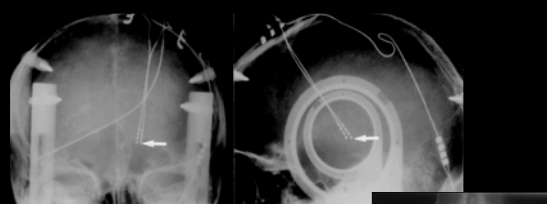




異常脳活動時のNIRSパラメータ変化:
振戦、てんかん

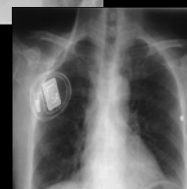
31

不随意運動に対する脳深部刺激療法(DBS)



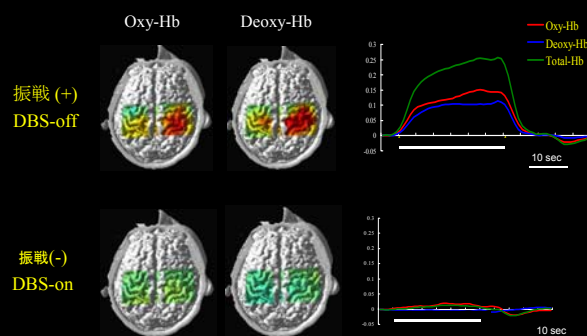
■脳内植込み電極

■体内埋設刺激デバイス

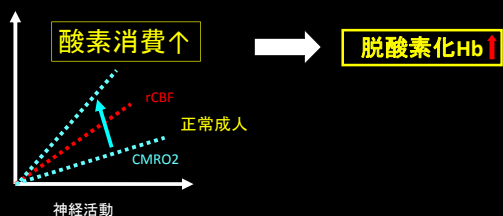


振戦に対するDBSの治療効果
(動画)

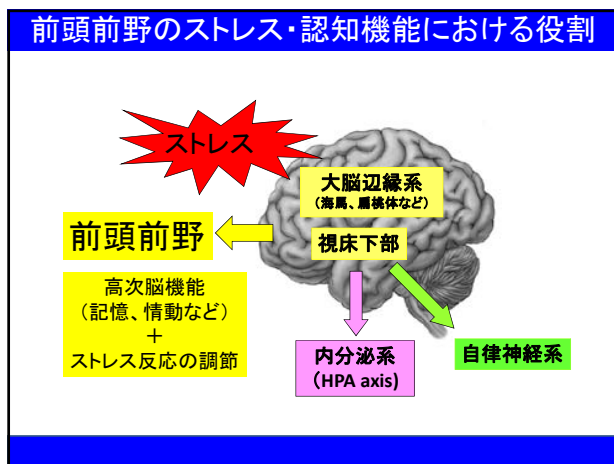
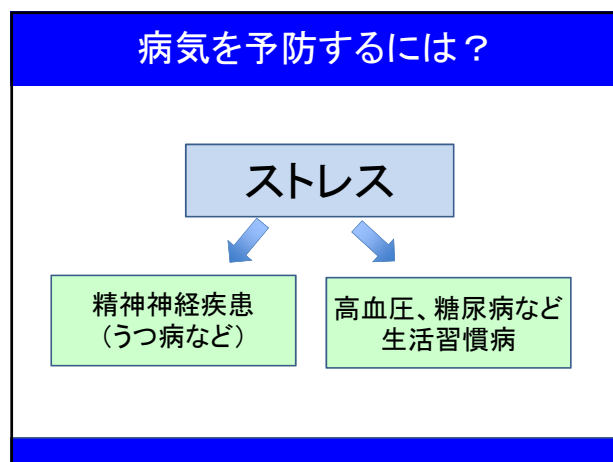
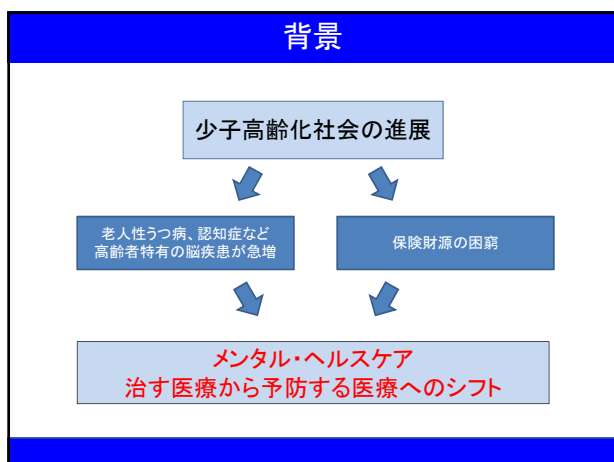
振戦患者に対するDBSの効果



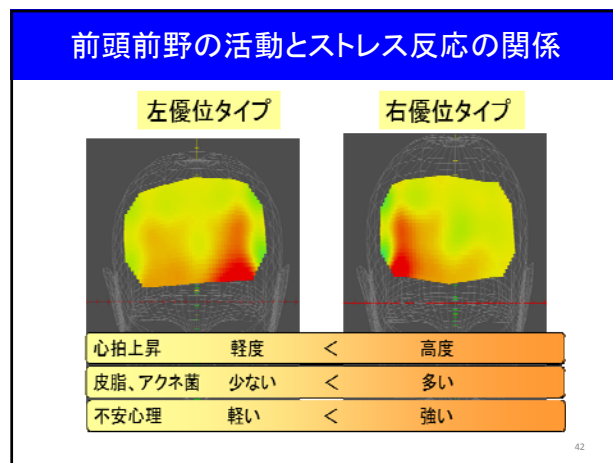
神経活動時の脱酸素化Hb上昇のメカニズム(2)



NIRSの予防医学への応用

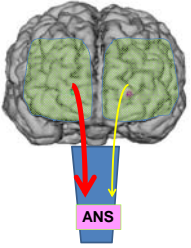


NIRSによるストレスの“見える化”



大脳半球による自律神経系の制御

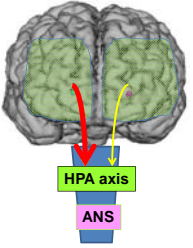
1) アミタールテストで、左側の内頸動脈にバルビタールを注入すると心拍、血圧が上昇するが、右側に注入すると低下する(Zamrini et al. 1990)。
 2) 脳波、機能的MRIを用いた研究では、右の前頭葉が活動すると心拍、血圧が上昇する。



右側・前頭葉 → 交感神経優位
 左側・前頭葉 → 副交感神経優位

大脳半球によるホルモン系の制御

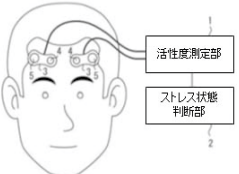
1) 機能的MRIの研究では、ストレス負荷に対する右側の前頭葉活動と唾液中コルチゾール量は相関関係がある(Wang et al. 2005)。
 2) ラットの右前頭葉を破壊すると、ストレス負荷時のコルチゾール分泌量が減少する(Sullivan et al. 1999)



右側・前頭葉 → HPA axis活性化(+)
 左側・前頭葉 → HPA axis活性化(-)

ストレス状態測定装置

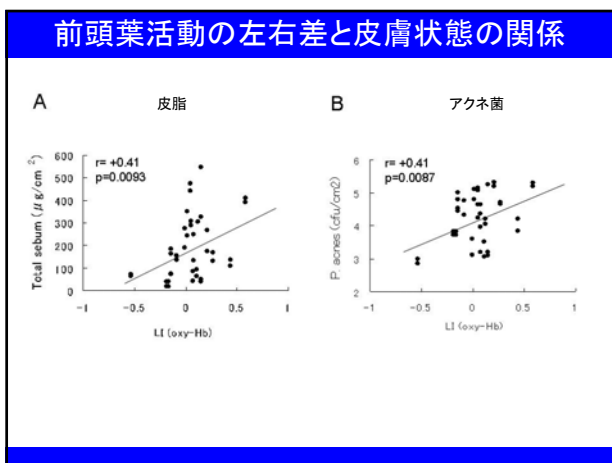
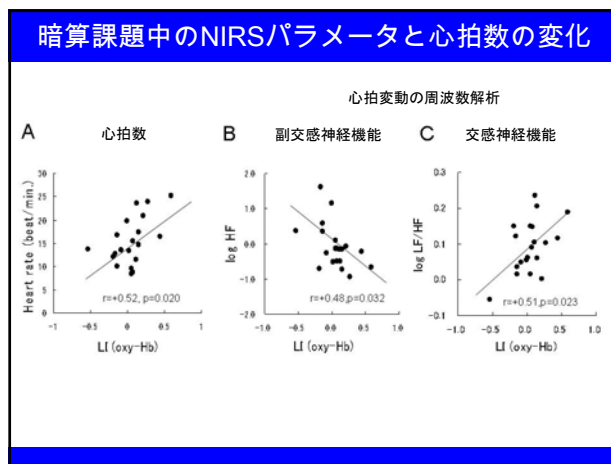
出願番号: 特願2010-004458 公開番号(特開2011-142967)



データ解析
 偏倚指数 $LI = \frac{(右-左) \Delta oxy-Hb}{(右+左) \Delta oxy-Hb}$

左優位 < LI > 右優位

ストレス状態測定装置の概要
 ・スクリーニングに使用
 ・大人数を対象
 ・小型
 ・低価格
 ・プローブ装着が容易

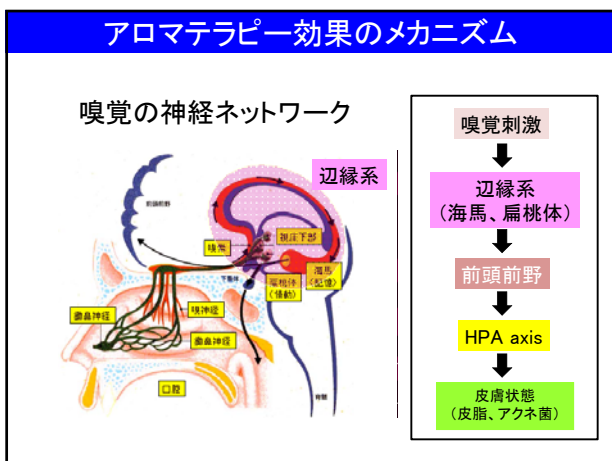
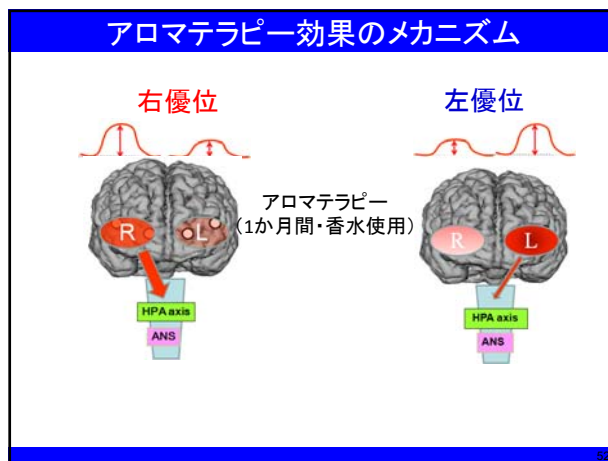
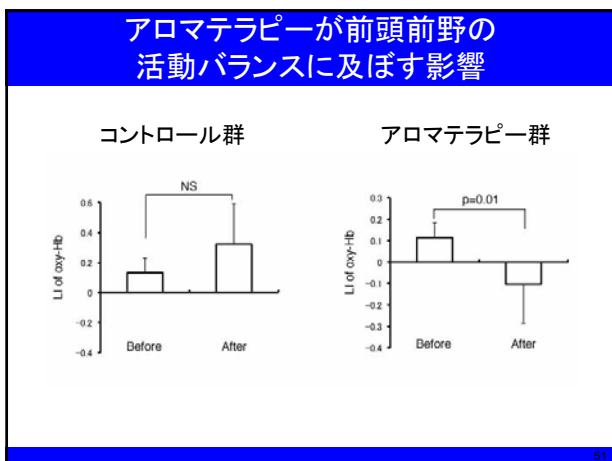
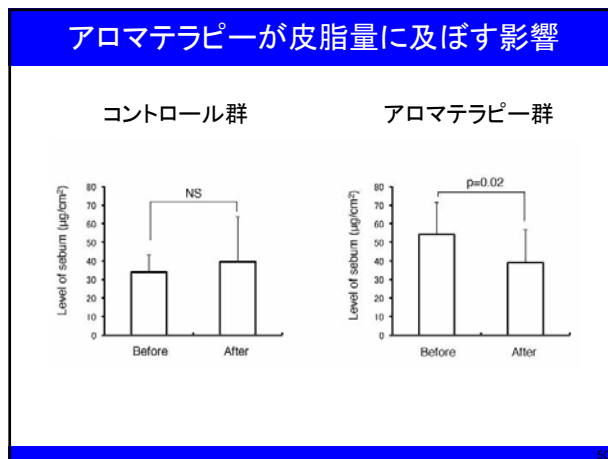


アロマセラピーによる
 リラクゼーション効果

- ・ミント、ラベンダー、ジャスミンの香りを嗅ぐと不安やうつ症状を緩和する作用がある (Rovesti & Colombo 1973)
- ・香水による嗅覚刺激はストレスによる免疫能力の低下を改善する (Shibata et al. 1991)
- ・ラベンダーやローズマリーの香りを嗅ぐと唾液中のコーチゾール濃度が低下する (Atsumi et al. 2007)

↓

アロマセラピーの前頭前野に対する影響



安静時のNIRS信号の解析

NIRSによる安静時のデータから解析

■安静時のNIRSデータ解析

○提案: *Laterality Index at Rest (LIR)*

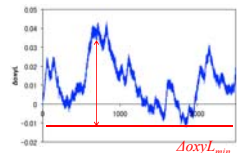
-安静時の前頭前野における脳活動の左右差を解析

$$LIR = \frac{\sum_{t \in \text{analysis interval}} ((\Delta oxyR_t - \Delta oxyR_{\min}) - (\Delta oxyL_t - \Delta oxyL_{\min}))}{\sum_{t \in \text{analysis interval}} ((\Delta oxyR_t - \Delta oxyR_{\min}) + (\Delta oxyL_t - \Delta oxyL_{\min}))}$$

(最小値の定義)

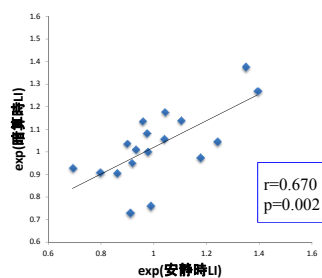
$$\Delta oxyR_{\min} = \min_{t \in \text{analysis interval}} \Delta oxyR_t$$

$$\Delta oxyL_{\min} = \min_{t \in \text{analysis interval}} \Delta oxyL_t$$



-LIRとSTAIの相関を解析

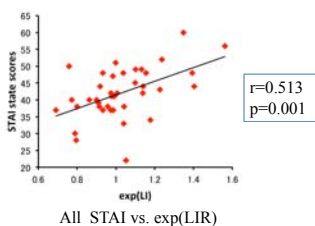
結果1: 安静時LIRと暗算時LIRの関係



▶安静時に右PFC優位の被験者は、ストレス時(暗算時)においても右PFC優位であった

結果2: 安静時LIRとSTAIとの関係

-LIRとSTAI間で正の相関が見られた (r=0.513, p=0.0008)



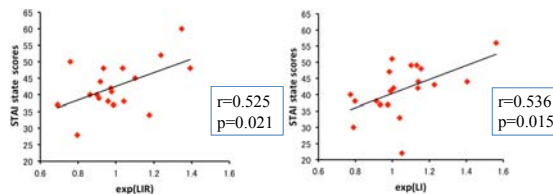
All STAI vs. exp(LIR)

-より高い不安度に対し、右PFCがより活発であったことを意味している

結果3: 年齢の影響

若年層(20-24歳)

高齢者層(60-79歳)



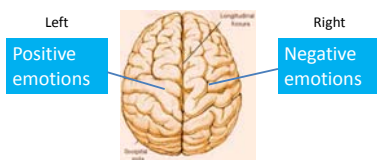
Young STAI vs. exp(LIR)

Old STAI vs. exp(LIR)

-LIRとSTAIの相関に年齢の影響はないことを示唆

The Lateralization of Emotion: The valence hypothesis

▶PFC活動の左右非対称性は感情に関係していることが報告されている

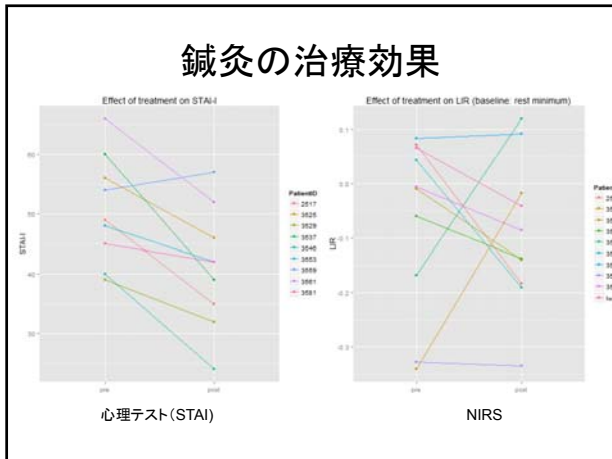


EEG研究

安静状態のPFC活動の非対称性は感情に関係している。
-大鬱病性障害の患者は、健常対照者と比較して安静状態において左前頭部の活動が減少することを示した。[Kemp et al. 2010].

鍼灸によるうつ病の治療効果

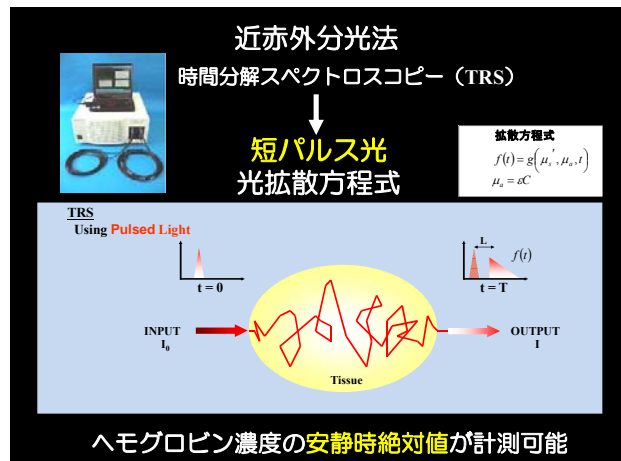
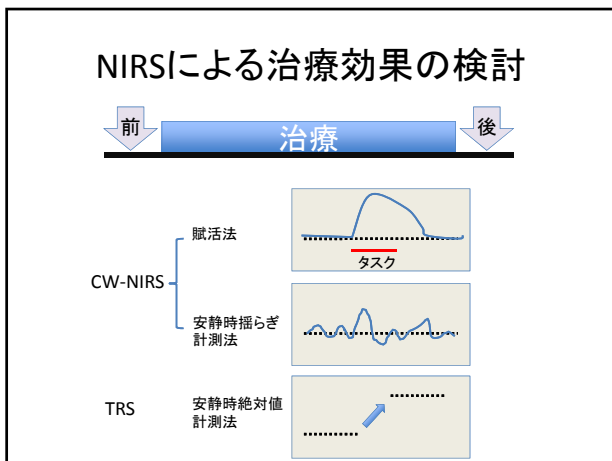
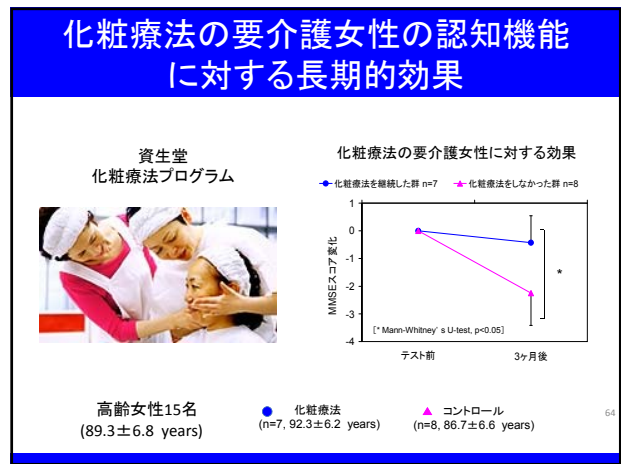


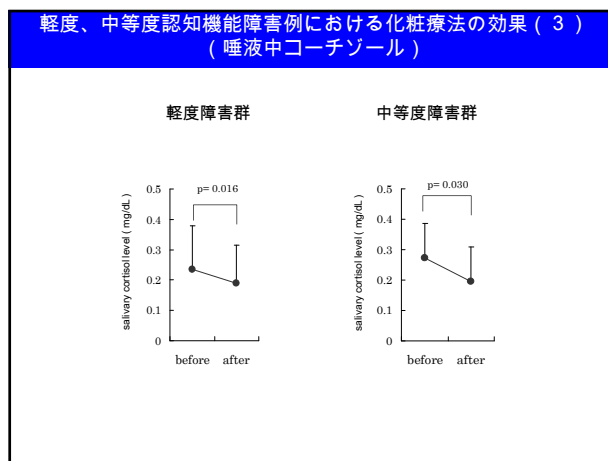
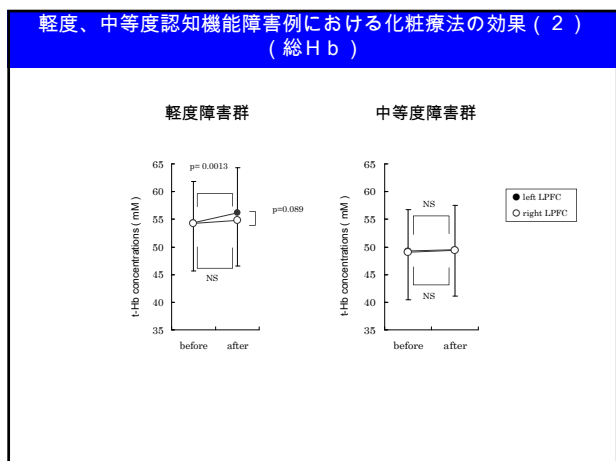
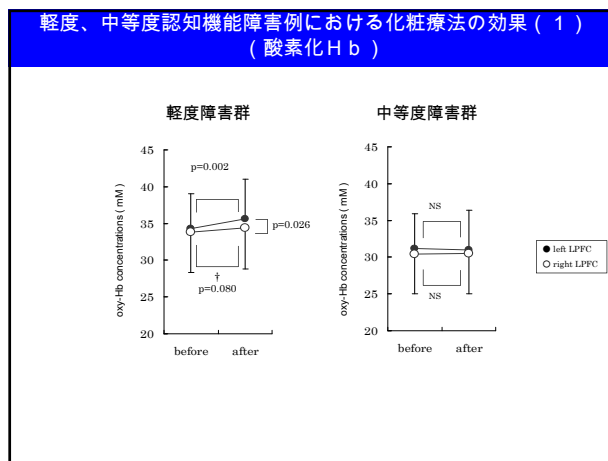
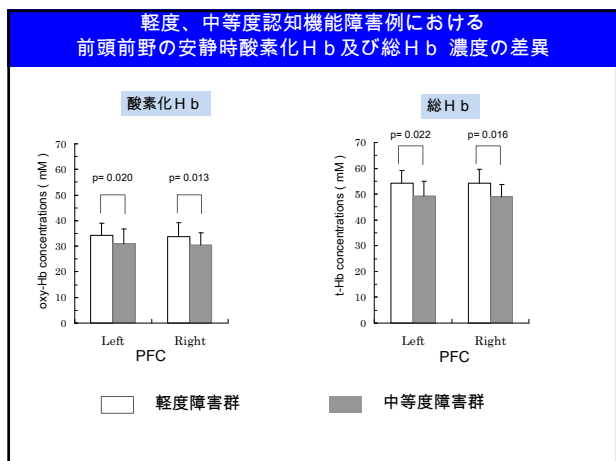
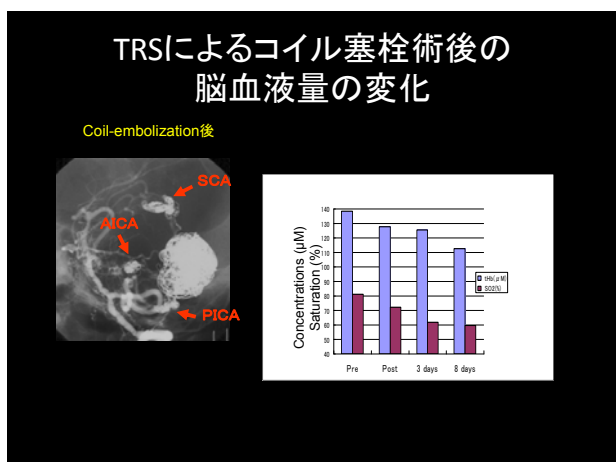


化粧療法の効果

時間分解スペクトロスコピー (TRS) による検討

62







Discussion (1)

The CT-induced changes of PFC activity were observed mainly on the left side, resulting in left dominant PFC activity.


Left/right asymmetry in PFC activity at rest is correlated with emotional state (ISOTT2013); right dominant activity was correlated to negative emotions, whereas left dominant activity was correlated to positive emotions.

Left
Positive emotions



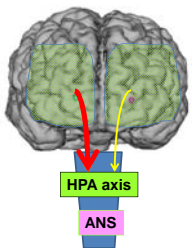


Right
Negative emotions




Discussion (2)

Salivary cortisol levels ↓ in mild & moderate CI.



Cosmetic therapy



This may be related to the left dominant PFC activity since left dominant PFC activity was associated with reduced stress responses (ISOTT2010).

認知症に対する”ユマニチュード“



ユマニチュード 人として接する
東京医療センターでの研修

ユマニチュード 見つめるの基本


- 話しかける
- 触れる
- 立ってもらう




ユマニチュードの神経生理学的メカニズムの解明

本田美和子医師(国立病院機構東京医療センター)、竹林洋一教授(静岡大学情報学部)、郡山市医療介護病院との共同研究

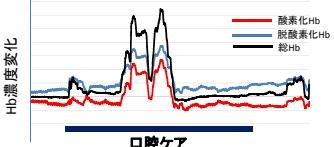
口腔ケア



ビデオによる行動観察



NIRS計測



Hb濃度変化
HbO2濃度変化

— 酸素化Hb
— 脱酸素化Hb
— 総Hb

口腔ケア

今後の研究開発プロジェクト

Active agingを支援するバイオメディカル工学の研究拠点
-福島県の震災復興に貢献する医工連携研究-

平成26年度私立大学戦略的研究
基盤形成事業
(平成26~30年)

アクティブエイジング (Active aging)



- 国際保健機関 (WHO) の定義**
- “Active ageing is the process of optimizing opportunities for health, participation and security in order to enhance quality of life as people age.”
 - 「生活の質を低下させることなく、社会参加を続けながら、年を重ねていく」

欧州連合 (EU):
2012年を「アクティブエイジングと世代間の連帯のための年」と定めた。

若者が高齢者を支えるという従来の社会通念から脱し、**老若共に支え合う社会へのパラダイム転換**を目指すもの。

79

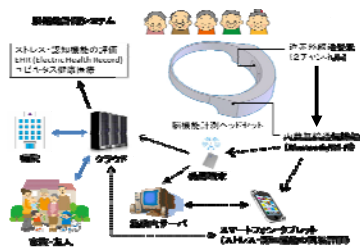
高齢者の社会参加を阻害する主な疾患



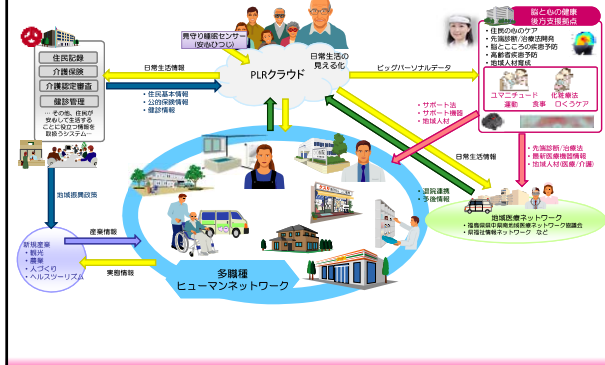
WHO, 2015

Life in the 21st Century: A vision for All (World Health Report). Genova: WHO

NIRSを用いた心と脳の健康管理システム



郡山市 駅とここの健康ネットワーク全体概要



心と脳の健康増進プログラム

<p>ユマニチュード</p>	<p>化粧療法</p>	<p>メイトルフィットネス</p>
<p>東洋医学 (鍼灸、マッサージ、気功、瞑想)</p>	<p>マインドフルネス・リラクゼーション法</p>	<p>アロマセラピー</p>

”エコメディカル・タウン”構想

Active agingサポートシステム
+
再生可能エネルギー

