

■ 原著

# SIAS, FIM 認知項目と頭部 CT から脳卒中の ADL 予後を予測する ; 脳卒中 ADL 予後評価セット (SAPAS) 作成のための pilot study

Prognosis of ADL following stroke based on SIAS, FIM cognitive items,  
and cephalic CT: Pilot study for preparation of ‘Stroke ADL Prognostic  
Assessment Set (SAPAS)’

石倉 隆<sup>1)</sup>

Takashi Ishikura<sup>1)</sup>

1) 大阪保健医療大学保健医療学部リハビリテーション学科 : 大阪市北区天満 1 丁目 17 番 27 号 (〒530-0043) TEL 06-6352-0093

1) Department of Rehabilitation Science, Osaka Health Science University: 1-9-27 Temma, Kita-ku, Osaka, 530-0043, Japan. TEL +81-6-6352-0093

保健医療学雑誌 1 (1): 10-17, 2010. 受付日 2010 年 3 月 1 日 受理日 2010 年 3 月 10 日

JAHS 1 (1): 10-17, 2010. Submitted Mar. 1, 2010. Accepted Mar. 10, 2010.

**ABSTRACT:** We prepared a ‘Stroke ADL Prognostic Assessment Set (SAPAS)’ employing the SIAS and FIM cognitive items as indicators to simply predict ADL in an early evaluation step. As its characteristics, the prognoses of the BI items can be individually assessed, and the Neural Network (NNW) is used to derive functions. An NNW regarding actually measured SIAS and FIM cognitive items as input variables and BI as a target variable was constructed for each BI item, and ADL-prognostic factors (predictive factors) were extracted. All combinations of predictive factors were substituted as input variables into the constructed NNW, and the target variable, BI, was calculated to correspond the combinations with each BI score. In addition, the longest period with an improved predictive factor out of the ADL items was regarded as the predicted ADL-improvement period. Regarding the procedure, the predictive factors were measured as the initial evaluation, and the presence or absence of their improvement was investigated by functional analysis of the brain. The predicted score was corrected with the predictive factors, and BI corresponding to the combination was derived as a BI score representing the ADL prognosis. SAPAS analyzes the brain function by reading cephalic CT, and predicts BI with regard to the predicted combination of SIAS and FIM cognitive items, for which localization of the injured region in the brain and predictive factors regarding brain function and the accurate judgment of the presence or absence of improvement in the predictive factors are necessary.

**Key words:** Stroke, ADL, Prognostic assessment

**要旨：**初期評価段階で簡易に ADL 予後が推測できる、SIAS、FIM 認知項目を教師信号とした脳卒中 ADL 予後評価セット (SAPAS) を試作した。その特徴は BI 各項目の予後を個別に評価でき、関数導出にニューラルネットワーク (NNW) を使用するところにある。作成方法は、実測した SIAS と FIM 認知項目を入力変数、BI を目的変数とする NNW を BI 項目ごとに構築し ADL 予後予測因子 (予測因子) を抽出。次に予測因子の全ての組み合わせを入力変数として先に構築した NNW に代入、目的変数である BI を算出することで予測因子の組み合わせと BI 各項目のスコアを対応させた。また、収集したデータより ADL 各項目の予測因子改善期間が最長のものを選択し、ADL の予測改善期間とした。使用方法は、予測因子を初期評価として測定し、その改善可否を脳機能分析にて検討、予想されるスコアに予測因子を修正してその組み合わせに対応した BI を導出、これが ADL 予後を示す BI スコアとなる。SAPAS では、頭部 CT の読影にて脳機能を分析し、将来予想される SIAS、FIM 認知項目の組み合わせで BI を予測する。そのためには、脳損傷部位と予測因子の脳機能局在を明らかにし、予測因子の改善可否判断を正確に行う必要がある。

**キーワード：**脳卒中、ADL、予後評価

## はじめに

現在の理学療法は、日常生活活動 (activities of daily living ; 以下、ADL) の予後を予測するに当たり、経験則に照らして行われていることは否めない。“根拠に基づく医療” (evidenced-based medicine ; 以下、EBM) でも「最新の医学情報を検索して治療法の適応を検討し、患者の価値観や意向を加味した上で、専門技能や経験を活用して医療を行うこと」<sup>1)</sup>とされているように、経験則を否定するものではないが、そのみで予後を推測するには一例一例の慎重な評価と治療、その結果を裏付ける根拠を長期間にわたって蓄積する必要がある。しかし目前の患者はセラピスト一人一人の経験を待つてはくれず、全てのセラピストが根拠をもって ADL 予後を推測する術を持つことが必要である。また、ADL は、バーセル指数 (Barthel Index ; 以下 BI) や機能的自立度評価法 (Functional Independence Measure ; 以下、FIM) などの総合スコアで示されるものではなく、個々の障害者の生活や社会的背景によって必要な ADL 項目が異なるため、個別に予測されるべきものである。そこで、全てのセラピストが初期評価段階で簡易に ADL 予後が推測でき、かつ、BI に示された ADL 項目を個別に予測しうる脳卒中を対象とした ADL 予後予測ツール「脳卒中 ADL 予後評価セット (Stroke ADL Prognosis Assessment Set; SAPAS)」の作成を試みた。

## ADL 予後予測評価のための視点

(1) ADL は、BI や FIM などの総合スコアで示されるものではなく、個々の障害者の生活や社会的背景によって必要な ADL 項目が異なるため個別に予測されるべきものであるとの観点から、ADL 予後予測評価は、ADL 項目個別に予測できるものにする。

(2) 初期評価に多くの時間を割くことが困難になりつつある現在の理学療法においては、簡便に評価できることが重要である。そこで、機能評価は、多面的な脳卒中機能障害の評価項目として必要かつ最小限の項目を含み、簡単に短時間で評価できる、脳卒中機能障害評価法 (Stroke Impairment Assessment Set ; 以下、SIAS) とした。ADL 評価は、介護量まで規定しスコア間隔が小さく予測結果の誤差に対応できない可能性がある FIM 運動項目を用いず、スコア間隔が大きく予測結果の誤差に対応しやすい BI を用いた。しかし BI には認知項目がないことから、その必要性を鑑み FIM は認知項目のみを使用した。これら SIAS、FIM 認知項目、BI を教師信号として、BI 各項目の予後予測に必要な因子 (ADL 予後予測因子) を抽出しようとした。ADL 予後予測因子抽出には、SIAS と FIM 認知項目を入力変数、BI を目的変数とする階層型ニューラルネットワーク (Neural Network ; 以下、NNW) 誤差逆伝播法<sup>2)</sup>を用いることとした。

(3) 抽出された ADL 予後予測因子のスコアの組み合わせによって BI 各項目のスコアを対応させて、将来の ADL 予後を予測するためには、抽出された ADL 予後予測因子のスコアの組み合わ

Table 1 Brain damage locus and the damage brain arteries of the subjects

Damage Locus	Pons	3	Damage Artery	Basilar A	3
	Frontal Lobe	4		Prefrontal A	1
	Parietal Lobe	5		Anterior Parietal A	1
	Corona radiata	7		Posterior Parietal A	4
	Cerebellum	3		Precentral A	2
	Thalamus	17		Superior cerebellar A	2
	Putamen	25		Posterior inferior cerebellar A	1
	Temporal Lobe	1		Thalamogeniculate A	17
	Watershed	2		Lenticulostriate A	30
	Posterior limb of internal capsule	1		Central A	2
		anterior choroidal A		1	
		Angular A		3	
		Recurrent artery of Heubner		1	
		medial striate A		2	

The brain damage locus and the damage brain arteries assumed it a total several.

"A" is abbreviation of Artery.

せと BI 各項目のスコアとの関係を検討する必要がある。この検討には(2)で構築した NNW に抽出した ADL 予後予測因子のスコアの全ての組み合わせを入力変数として代入し、目的変数である BI を算出することによって検討することとした。

(4) ADL 予後予測因子を抽出して、その評価結果と BI 各項目スコアの関係性を明らかにしても、ADL 予後予測因子改善の可否を判断しないと予後は予測できない。そこで、ADL 予後予測因子として抽出された SIAS, FIM 認知項目の脳機能局在と頭部コンピュータ断層撮影画像 (computerized tomography of the head; 以下, HCT) を読影、分析した脳損傷部位とを比較検討することで、予測因子の改善可否を判定することとした。HCT を読影して分析した脳損傷部位と ADL 予後予測因子の脳機能局在が一致していれば、その障害の改善は困難と判断し、不一致であれば改善の可能性を考える。

(5) ADL 予後予測因子の改善期間は、統計学的処理より実症例による最大可能性を重視し、リハビリテーションの休止や廃用症候群などの二次

的要因が回復期間を長期化させる要因になっていないことを十分に検討した上で、収集データの最大値とした。臨床神経学の分野では臨床記録を蓄積することで、症状のバリエーションを更新して、多くの新しい疾患発見にもつながっている事実<sup>3-6)</sup>もあり、統計学的手法を用いることが必ずしも最良ではないと考えるが、その必要があるかは今後の検討課題である。

(6) 予後予測評価を実施する時期の基準として、発症から1ヶ月が経過していることを前提とする。脳卒中発症当初は脳が圧排効果や脳浮腫、ペヌンプラなどの可逆的な影響を受けており、脳機能回復に不確定な要素が多く、それら全てが解消される時期が発症から約半月から1ヵ月後<sup>7-9)</sup>とされているからである。

以上の視点を踏まえて、「脳卒中 ADL 予後評価セット (Stroke ADL Prognostic Assessment Set; 以下, SAPAS)」の作成を試みた。

## 対象

発症後1ヶ月以上経過したリハビリテーションを実施している初発脳卒中患者66名で、男性22

名, 女性 44 名, 平均年齢 71.6±13.2 歳であった。また, 脳梗塞は 33 名, 脳出血は 33 名で, 脳損傷側は, 右が 38 名, 左が 28 名であった。なお, 脳損傷部位と傷害血管は Table 1 に示す。

### 方法

SIAS, FIM 認知項目, BI の測定を, 評価結果に改善がみられる間は期間を問わず継続し, 3 ヶ月間連続で評価結果の改善が停止するまで実施した。ただし, 経過中に再発作やリハビリテーションの休止などの二次的要因で評価結果が低下したものはその時点でデータ収集を終了した。これらの経時的結果の蓄積から, SIAS と FIM 認知項目を入力変数, BI を目的変数とする NNW

(SET ソフトウェア製 NeuralWorks Predict Ver3.21) を BI 各項目で構築し, BI 各項目の ADL 予後予測因子を抽出した。また, 抽出した ADL 予後予測因子のスコアの全ての組み合わせを入力変数として NNW に代入して, 目的変数である BI 各項目のスコアを算出して対応させることにより, ADL 予後予測因子と BI 各項目の自立度との関係を明らかにした。ADL 予後予測因子改善の可否判断は, ADL 予後予測因子の脳機能局在と HCT を読影して分析した脳損傷部位とを比較検討することで, 予測因子の改善可否を判定することとした。また, BI 各項目の ADL 予後予測因子改善期間が最長のものを選択し, 改善期間が長期化する要因がないことを確認した。改善期間が長

Table 2 ADL prognostic factors of each BI item extracted in NNW

BI	SIAS1	SIAS2	SIAS3	SIAS4	SIAS5	SIAS6	SIAS7	SIAS8	SIAS9	SIAS10	SIAS11	SIAS12	SIAS13	SIAS14
BI Item	Knee-mouth	Finger-function	Hip-flexion	Knee-extension	Foot-pat	U/E muscle tone	L/E muscle tone	U/E DTR	L/E DTR	U/E light touch	L/E light touch	U/E position	L/E position	U/E ROM
Feeding	○	○		○		○	○							○
Transfers	○	○										○		○
Grooming	○			○	○	○	○			○		○		○
Toilet Use	○	○		○	○	○	○			○				○
Bathing		○	○	○	○	○	○					○		○
Mobility		○		○			○							○
Stairs		○		○	○	○		○	○			○		
Dressing			○	○	○	○								○
Bowels	○				○		○						○	○
Bladder	○	○	○			○	○				○		○	

BI	SIAS15	SIAS16	SIAS17	SIAS18	SIAS19	SIAS20	SIAS21	SIAS22	FIMC1	FIMC2	FIMC3	FIMC4	FIMC5	Prediction Improvement Period (M)
BI Item	L/E ROM	Pain	Verticality	Abdominal MMT	Visuo-spatial deficit	speech	Grip strength	Quadriceps MMT	Comprehension	Expression	Social Interaction	Problem Solving	Memory	
Feeding	○	○	○	○					○	○	○	○		FIMC4:11
Transfers		○							○	○	○	○	○	FIMC4:11
Grooming			○				○		○	○	○	○		FIMC4:11
Toilet Use				○					○		○	○		FIMC4:11
Bathing						○	○	○	○	○	○		○	FIMC5:11
Mobility				○				○	○		○	○	○	FIMC4:11
Stairs	○				○			○	○			○		FIMC4:11
Dressing			○			○	○	○	○	○		○	○	FIMC4:11
Bowels	○			○	○		○	○	○	○	○	○		FIMC4:11
Bladder	○	○	○				○	○	○	○	○	○		FIMC4:11

期化する要因が発見された場合は、次に回復期間が長かったものを選択し、同様に検討することとした。以上の方法と手順を踏まえて SAPAS にまとめた。

なおデータ収集では、検者、被検者にその目的を知らせず、通常の評価として SIAS, FIM 認知項目, BI を測定し、測定終了後に利用目的と使用方法を説明し同意を得た。また、研究に当たってはヘルシンキ宣言を遵守し、データ収集協力各医療機関の研究倫理委員会の承認を得て行った。

### 結果

「水平面歩行」の ADL 予後予測因子は、SIAS の「上肢遠位運動機能 (SIAS2)」「下肢近位 (膝) 運動機能 (SIAS4)」「下肢筋緊張 (SIAS7)」「下

肢腱反射 (SIAS9)」「上肢関節可動域 (SIAS14)」「腹筋 (SIAS18)」「健側大腿四頭筋筋力 (SIAS22)」の 7 項目と FIM 認知項目の「理解 (FIMC1)」「社会的交流 (FIMC3)」「問題解決 (FIMC4)」「記憶 (FIMC5)」の 4 項目となった。また、ADL 予後予測因子スコアと BI の「水平面歩行」スコアの関係性を全 184,396,800 通りで算出した。「水平面歩行」における ADL 予後予測因子の最長改善期間は「問題解決能力」の 11 ヶ月で、改善期間を長期化させる要因はなかった。同様に、他の BI 各項目の結果を導き出した (Table 2)。

これらの結果を元に SAPAS を作成した (Fig. 1)。SAPAS は、ADL 予後予測因子として抽出された SIAS, FIM 認知項目の評価結果の組み合わせと NNW から導出された BI スコアを対応させ

BI item	ADL Prognostic Factor										Factor dependence BI	Present BI	Prediction BI	Improvement Period (M)	Period from the Onset (M)	Prediction Improvement Period (M)	
Mobility	SIAS2-1B	:											5 (2)	15 (5)	11 (6)	3 (6)	8 (6)
	SIAS4-2	:															
	SIAS7-2	:															
	SIAS9-2	:									①						
	SIAS14-2	:															
	SIAS18-3	:															
	SIAS22-3	:															
	FIMC1-7	:															
	FIMC3-7	:															
	FIMC4-7	:															
	FIMC5-7	:									10 (3)						
	SIAS2-1B	:															
	SIAS4-5	:															
	SIAS7-3	:															
	SIAS9-3	:									④						
	SIAS14-2	:															
	SIAS18-3	:															
	SIAS22-3	:															
	FIMC1-7	:															
	FIMC3-7	:															
FIMC4-7	:																
FIMC5-7	:										15 (5)						
Memo																	

Fig. 1 Entry example of SAPAS practice

- ① ADL prognostic factor measurement by initial evaluation
- ② BI measurement by initial evaluation
- ③ Derivation of factor dependence BI at the time of initial evaluation
- ④ Modification of ADL prognostic factor which can anticipate improvement in a CT image
- ⑤ Derivation of factor dependence BI corresponding to assembly of emended score of ADL prognostic factor (Result of ADL prognostic prediction)
- ⑥ Prediction improvement period is the number that deducted period from the onset from improvement period

ている。初期評価時では、ADL 予後予測因子である SIAS, FIM 認知項目を評価しそのスコアの組み合わせに対応した BI 各項目スコアを導出することで現在の因子依存 BI スコアが求められる。これは実際の ADL 能力との乖離分析にも有用である。実際の ADL 能力と SAPAS の結果に乖離が生じた場合は、SIAS, FIM 認知項目で示される障害以外の問題があることを示していることになる (Fig.1①②③)。ADL 予後予測因子が今後改善するか否かは、ADL 予後予測因子の脳機能局在と HCT を読影して分析した脳機能を比較することで判断する。その結果をふまえ、改善が予想される因子のみ予想されるスコアに修正し、修正した ADL 予後予測因子の組み合わせに対応している因子依存 BI スコアを求める。これが将来予測される BI のスコアとなる (Fig.1④⑤)。このとき重要なのが、ADL 予後予測因子がいかなる脳部位、脳血管の傷害で生じるかを検討し、HCT 読影による脳損傷部位、傷害脳血管の結果と照合して、ADL 予後予測因子改善の可否を慎重に判断することである。HCT を読影して分析した脳損傷部位と ADL 予後予測因子の脳機能局在が一致していれば、その因子の改善は困難と判断し、不一致であれば改善の可能性を考える。ADL がいつまで改善するかは、回復を長期化させる要因がないことを確認した収集データの最大値を“改善指標月数”とし、発症からの期間を差し引くと、その差が改善期間として求められる (Fig.1⑥)。

## 歩行自立度予測における

### SAPAS 使用の実際

〔症例〕 70 歳代 男性

〔診断名〕 脳梗塞 右片麻痺

〔現症〕

発症から 3 ヶ月が経過。右上下肢痙性麻痺、右中枢性顔面神経麻痺、右上下肢表在・深部感覚軽度鈍麻、歩行四脚杖近位監視 10m 可能だが日常生活は車椅子で自走。

〔SAPAS を用いた歩行自立度予測〕

Step 1: SAPAS における水平面歩行能力の予測因子を初期評価として測定。結果は図 1①のごとくになった。また、BI における現在の水平面歩行スコアは、5 となった (Fig.1②)。

Step 2: ADL 予後予測因子の評価結果とその組み

合わせに対応した現在の因子依存 BI を SAPAS にて求める。本症例ではその組み合わせから、現在の因子依存 BI は歩行介助 (BI10) となる (Fig.1③)。

Step 3: 現在の因子依存 BI と現在の歩行自立度を比較した結果、因子依存 BI と現症には乖離がみられ、現有機能からしても現在の歩行自立度は低いと判断される (Fig.1②③)。

Step 4: ADL 予後予測因子が今後、改善するか否かを HCT 読影、分析にて検討する。本症例は HCT (Fig.2) 分析の結果、左中心前動脈閉塞と考えられる。中心前動脈は、中心前回の下半と中前頭回を支配領域とする動脈である<sup>10)</sup>ことから、Brodmann の大脳皮質地図<sup>11)</sup>による Area4 の下半、つまり、上肢、顔面の 1 次運動野を中心とする支配領域が傷害されているものと判断できる。下肢運動機能と感覚が傷害されている点については、HCT で明確でないことから、脳の不可逆的損傷ではなく、中心動脈の血流が低下しているなどの何らかの原因による可逆的脳機能不全状態と判断した。中心動脈は、Area4 の上半、つまり、下肢の 1 次運動野を支配するとともに感覚野のある中心後回も支配しており<sup>10)</sup>、現症と一致する。これらより、ADL 予後予測因子のうち、上肢機能に関するものは現状を維持し、下肢機能は完全に回復すると判断した。認知面に関しては現症で問題なく、今後も問題ないと判断した。

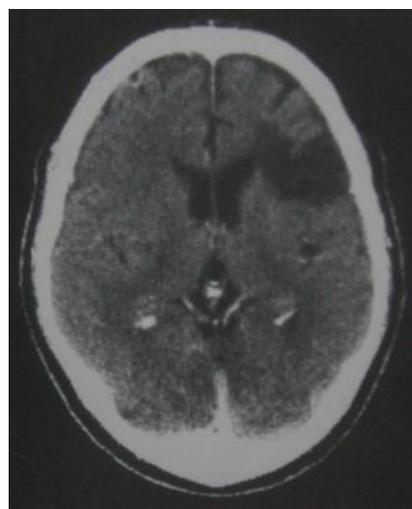


Fig. 2 Head CT image of a case

Step 5: Step 4 の分析結果より将来の ADL 予後予測因子の評価結果を Fig.1④のごとく予想した。

Step 6: Step 5 の結果の組み合わせに対応した将来の因子依存 BI を SAPAS より導き出す。Step 5 の結果の組み合わせでは、因子依存 BI は歩行自立 (BI15) となる (Fig.1⑤)。

Step 7: 予測改善期間は SAPAS で規定された改善指標月数から発症からの期間を差し引くことで求める。歩行能力の改善指標期間は 11 ヶ月であり、本症例は、発症から 3 ヶ月経過しているため、残りの改善期間は 8 ヶ月間ということになる (Fig.1⑥)。

Step 8: 総合評価: 本症例の歩行自立度予測は SAPAS より、“今から 8 ヶ月後までに歩行は自立する”ということになる。

#### 〔臨床結果〕

発症から 10 ヶ月が経過した時点（予後予測時より 7 ヶ月経過時点）で、右上肢痙性麻痺と右中枢性顔面神経麻痺は残存したものの、右下肢痙性麻痺と右上下肢感覚障害は回復し、歩行は杖も必要なく完全に自立し、駆け足も可能な状態となった。

## 考 察

脳卒中のみならず神経変性疾患も含めた中枢神経疾患の ADL 予後予測因子の改善可否判断は、当該症例の脳機能を正確に把握した上で現症をとらえ経験則に照らして行われるべきものと考えられる。今回その手段として、普及率が高く臨床で簡単に入手できる HCT を用いたが、利用可能であれば核磁気共鳴断層画像 (magnetic resonance imaging; MRI) や核磁気共鳴血管画像 (magnetic resonance angiography; MRA)、拡散テンソル画像などを用いるとさらに効果的であると思われる。

今回 1 症例に対し、実際に SAPAS を使用し、歩行自立度を予測したが、HCT の読影、分析から脳機能を考慮して改善の可否判断を行わなければ、現症としての下肢痙性麻痺が正常状態に回復するとの見通しは立てにくい。臨床現場では同診断名、同症状でその症状が回復するものとしないうものが存在することも多く、現象のみでは判断できない事象も HCT の読影と分析による脳機能の把握である程度は解決できるものと考えられる。例えば、視床出血における情動・記憶障害の改善の

可否は、情動・記憶障害の核である背内側核 (dorsomedial nucleus; DM)、視床前核 (anterior group of nuclei; AN) が傷害されるかどうかであるが<sup>12)</sup>、HCT 読影と分析によって、それを支配する前乳頭体動脈、傍正中視床動脈破綻による視床出血か、それを支配しない視床膝状体動脈破綻による視床出血の内側視床への穿破かが判断できれば予後予測は可能となる。

今回の SAPAS は 66 名と非常に少ないデータで NNW を構築している。そのため NNW が十分に収束せず、多数の ADL 予後予測因子と膨大な数の組み合わせを算出した。本来なら SAPAS は Table 1 のごとく評価用紙としたいところであるが、多数の因子と膨大な組み合わせを算出している現状ではコンピュータ内で処理するしか術がない。今後、データ数を増やした段階で、NNW が収束し ADL 予後予測因子が固定すれば、Table 1 のごとく評価用紙として実用化に向けた SAPAS を作成したい。しかし NNW が収束せず、多数の ADL 予後予測因子と膨大な数の組み合わせを算出し続けた場合には、NNW から求められた各予後予測因子の重みと伝達関数を用いて、計算によって ADL 予後を推測できるように表計算ソフト上で展開するなどの工夫が必要であろう。いずれにしても、それを臨床応用した時の評価結果と臨床結果の一致率を検討するとともに、誤差の大きかった症例を分析することで SAPAS をさらに信頼あるものにしていかなければならない。

謝辞: データ収集、論文掲載を快く了承いただきました患者様、データ収集に協力いただきました柴田病院リハビリテーション部、児島聖康病院リハビリテーション科、三木山陽病院リハビリテーション科、三次地区医療センターリハビリテーション科、県立広島大学附属クリニックリハビリテーション科、楠本病院リハビリテーション科のスタッフの皆様にご心より感謝申し上げます。なお、本論文は、第 43 回日本理学療法学会「公募型シンポジウム 3 脳機能と理学療法」で発表した内容を改訂したものである。

## 文 献

- 1) 永富史子: 理学療法のみられかた—どう活用するか・脳卒中治療ガイドライン 2004—, 奈

- 良勲, 他(編): 理学療法のとらえかた PART4, pp391-401, 文光堂, 2007.
- 2) 吉富康成: ニューラルネットワーク, pp27-49, 朝倉書店, 2004.
- 3) Rebeiz JJ: Corticodentatonigral degeneration with neuronal achromasia. Arch Neurol 18: 20-33, 1968.
- 4) Gibb WRG: Corticobasal degeneration. Brain 112: 1171-1192, 1989.
- 5) Kosaka K: Lewy bodies in cerebral cortex, report of three cases. Acta Neuropathol 42: 127-134, 1978.
- 6) Mckeith IG: Consensus guidelines for the clinical and pathologic diagnosis of dementia with Lewy bodies (DLB): Report of the consortium on DLB international workshop. Neurology 47: 1113-1124, 1996.
- 7) Astrup J: Thresholds in cerebral ischemia-The ischemic penumbra. Stroke 12: 723-725, 1981.
- 8) 御供政紀: 頭部 CT 徹底診断, pp301-325, 医学書院, 1992.
- 9) 高木康行: 脳卒中ビジュアルテキスト, 第 2 版, pp82-121, 医学書院, 2007.
- 10) Hans-Joachim: Klinische Neuroanatomie und Kranielle Bilddiagnostik, pp198-199, Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1991.
- 11) Brodmann K: Vergleichende Lokalisationslehre der Grosshirnrinde in ihren Prinzipien dargestellt auf Grund des Zellenbaues, Barth, Leipzig, 1908.
- 12) 武田貴裕: ヤコブレフ回路再考. 臨床神経 47: 135-139, 2007.