

脳卒中ADL予後予測におけるSIASを活用した 予後評価チャート作成の検討

Consideration for preparing prognostic evaluation chart using SIAS in the ADL prognostic prediction for stroke

林 真太郎

Shintaro HAYASHI

キーワード：脳卒中 予後予測 SIAS トイレ動作 ニューラルネットワーク

I. はじめに

脳卒中は、わが国の原死因別死亡率の第4位であり、発症頻度は欧米諸国と比較すると心筋梗塞発症率よりも2倍高く¹⁾、国民病の1つとも位置付けられる疾患である。治療技術の進歩やリハビリテーション、予防医学の発展によりその入院患者数、死亡率は減少傾向にあるが、それでも全患者数の約85%をも高齢者が占める脳卒中は、人口の高齢化に伴う患者数の増加も予測されている^{2,3)}。また、脳卒中は寝たきりの原因の約4割を占め、要支援および要介護状態に陥った主な原因疾患でもトップであり²⁾、脳卒中は発症後の自宅復帰および在宅生活の継続において大きな影響を及ぼす疾患である。

患者の自宅復帰を検討する際は、ADL (Activities of Daily Living; 日常生活活動) 再獲得状況に加え、社会資源等の導入状況、家族の介護状況なども踏まえる必要がある。脳卒中はその病変および病態によって、機能障害やADL能力低下の程度が多岐にわたることから、リハビリテーション実施にあたり、機能障害やADL能力の的確な予後予測を行ったうえで進めていくことが重要である⁴⁾。そしてそれらの改善を図るだけでなく、そのADL動作が自立可能かどうかを早期から評価し予後予測を行い判断しておくことが、患者および家族への情報提供やそれらに対する提案を行う際に、また治療方針の決定やゴール設定などにおいて重要であると考えられる。

II. ADL予後予測に求められる要素

1980年代以降、CT (Computed Tomography; コンピューター断層撮影法) やMRI (Magnetic Resonance Imaging; 磁気共鳴断層撮影法) の普及に伴い、機能障害に対する予後予測研究が活発に行われ、その正確性は向上してきた。機能障害をきたす第一の原因は脳損傷であることから、石倉ら⁵⁾ は、機能予後予測にあたってはどの血管や脳の部位が損傷を受け、その部位がどのような機能局在を有しているかを考え、そこから導き出される障害像を検討することで予測精度が向上すると述べている。その方法として、脳画像所見からの分析によって予後予測が可能であるが^{5,6)}、病変や病態、損傷の程度が多岐にわたる脳卒中では、個々の症例ごとにそういった個別的分析ならびに検討が必要であると考えられる。

一方で、ADL予後予測については、ADLに影響を及ぼす因子として、脳卒中患者の代表的症状である麻痺側運動

機能の他に、体幹機能や非麻痺側運動機能、認知機能、高次脳機能などの種々の要素の影響も受けており、それらの重要性も指摘されている^{7)・11)}。そのため麻痺側の運動機能が同程度であったとしても、他の因子によりADL能力が大きく影響を受けることがあるため、ADL予後予測は複雑化すると言える。しかし、自宅復帰に関する検討を行うには、機能予後予測以上にADL予後予測が重要な意味をもつため、この予測精度を向上させていく必要がある。

さらに、自宅復帰の検討を早期から行うには、個々の具体的なADL項目についてそれが将来自立するかどうか、また自立するために必要な条件や、自立しないならば必要な介助の程度などの情報が、治療者ならびに患者や家族にとって重要となる。そして予測結果としてADL能力改善の可能性を見出すにあたり、そのADLに必要な性の高い機能も把握できれば、より必要度の高い治療アプローチが実施できる。そのためADL予後予測に際して、その結果に加え、必要な機能の抽出による治療選択の方向性も同時に明らかになることが望ましく、それらが行えるツールの必要性は高いと考える。

Ⅲ. ADL予後予測のためのSIASを活用したツールの検討

ADL能力の予後とそれに必要な機能の検討を適切に行うには、麻痺側運動機能のみならず体幹機能や非麻痺側運動機能、感覚機能、認知機能や高次脳機能なども含めた因子から、検討されることが望ましい。その中で、それらの因子を評価項目に含むSIAS (Stroke Impairment Assessment Set) は、信頼性および妥当性が検証された評価チャートとしてその有用性が確認されている^{10)・11)}。

表1 SIAS (Stroke Impairment Assessment Set)¹²⁾

<p><運動機能></p> <p>1) 上肢近位 (knee-mouth test) 座位において患肢の手部を対側膝(大腿)上より挙上し、手部を口まで運ぶ。この際、肩は90°まで外転させる。そして膝上まで戻す。これを3回繰り返す。肩、肘関節に拘縮が存在する場合は可動域内での運動をもって課題可能と判断する。 0: 全く動かない。 1: 肩のわずかな動きがあるが手部が乳頭に届かない。 2: 肩肘の共同運動があるが手部が口に届かない。 3: 課題可能。中等度のあるいは著明なごちなさあり。 4: 課題可能。軽度のごちなさあり。 5: 健側と変わらず、正常。</p> <p>2) 上肢遠位 (finger-function test) 手指の分離運動を、母指～小指の順に屈曲、小指～母指の順に伸展することにより行う。 0: 全く動かない。 1: 1A: わずかな動きがある。または集団屈曲可能。 1B: 集団伸展が可能。 1C: 分離運動が一部可能。 2: 全指の分離運動可能なるも屈曲伸展が不十分である。 3: 課題可能(全指の分離運動が十分な屈曲伸展を伴って可能)。中等度のあるいは著明なごちなさあり。 4: 課題可能。軽度のごちなさあり。 5: 健側と変わらず、正常。</p> <p>3) 下肢近位 (股) (hip-flexion test) 座位にて股関節を90°より最大屈曲させる。3回行う。必要ならば座位保持のための介助をして構わない。</p>	<p>0: 全く動かない。 1: 大腿にわずかな動きがあるが足部は床から離れない。 2: 股関節の屈曲運動あり、足部は床より離れるが十分ではない。 3～5: knee-mouth testの定義と同一。</p> <p>4) 下肢近位 (膝) (knee-extension test) 座位にて膝関節を90°屈曲位から十分伸展(-10°程度まで)させる。3回行う。必要ならば座位保持のための介助をして構わない。 0: 全く動かない。 1: 下腿にわずかな動きがあるが足部は床から離れない。 2: 膝関節の伸展運動あり、足部は床より離れるが十分ではない。 3～5: knee-mouth testの定義と同一。</p> <p>5) 下肢遠位 (foot-pat test) 座位または臥位、座位は介助しても可。踵部を床につけたまま、足部の背屈運動を協調しながら背屈・底屈を3回繰り返す、その後なるべく早く背屈を繰り返す。 0: 全く動かない。 1: わずかな背屈運動があるが前足部は床から離れない。 2: 背屈運動あり、足部は床より離れるが十分ではない。 3～5: knee-mouth testの定義と同一。</p> <p>.....</p> <p><筋緊張></p> <p>6) 上肢筋緊張 U/E muscle tone 肘関節を他動的に伸展屈曲させ、筋緊張の状態を評価する。 0: 上肢の筋緊張が著明に亢進している。 1: 1A: 上肢の筋緊張が中等度(はっきりと)亢進</p>
---	---

<p>している。</p> <p>1B: 他動的筋緊張の低下。</p> <p>2: 上肢の筋緊張が軽度(わずかに)亢進している。</p> <p>3: 正常、健側と対称的。</p> <p>7) 下肢筋緊張 L/E muscle tone 膝関節の他動的伸展屈曲により評価する。 6の「上肢」を「下肢」に読み替える。</p> <p>8) 上肢腱反射 U/E DTR(biceps or triceps) 0: bicepsあるいはtriceps反射が著明に亢進している。あるいは容易にclonus(肘、手関節)が誘発される。 1: 1A: bicepsあるいはtriceps反射が中等度(はっきりと)に亢進している。 1B: bicepsあるいはtriceps反射がほぼ消失している。 2: bicepsあるいはtriceps反射が軽度(わずかに)亢進。 3: bicepsあるいはtriceps反射とも正常、健側と対称的。</p> <p>9) 下肢反射 L/E DTR(PTR or ATR) 0, 1B, 2, 3: biceps, tricepsをPTR, ATRと読み替える。 1: 1A: PTRあるいはATR反射が中等度(はっきりと)に亢進している。unsustained clonusを認める。</p> <hr/> <p><感覚></p> <p>10) 上肢触覚 U/E light touch(手掌) 0: 強い皮膚刺激もわからない。 1: 重度あるいは中等度低下。 2: 軽度低下、あるいは主観的低下、または異常感覚あり。 3: 正常。</p> <p>11) 下肢触覚 L/E light touch(足底) 0~3: 上肢触覚の定義と同一。</p> <p>12) 上肢位置覚 U/E position(母指or示指) 指を他動的に運動させる。 0: 全可動域の動きもわからない。 1: 全可動域の運動なら方向がわかる。 2: ROMの1割以上の動きなら方向がわかる。 3: ROMの1割未満の動きでも方向がわかる。</p> <p>13) 下肢位置覚 L/E position(母趾) 趾を他動的に運動させる。 0: 全可動域の動きもわからない。 1: 全可動域の運動なら方向がわかる。 2: ROMの5割以上の動きなら方向がわかる。 3: ROMの5割未満の動きでも方向がわかる。</p> <hr/> <p><関節可動域、疼痛></p> <p>14) 上肢関節可動域 U/E ROM 他動的肩関節外転を行う。 0: 60°以下。 1: 90°以下。 2: 150°以下。 3: 150°以上。</p> <p>15) 下肢関節可動域 L/E ROM 膝伸展位にて他動域足関節背屈を行う。 0: -10°以下。 1: 0°以下。 2: 10°以下。 3: 10°以上。</p> <p>16) 疼痛 pain 脳卒中に由来する疼痛の評価を行う。既往として</p>	<p>の整形外科的(腰痛など)、内科的(胆石など)疼痛は含めない。また過度でない拘縮伸長時間のみの痛みも含めない。</p> <p>0: 睡眠を妨げるほどの著しい疼痛。 1: 中等度の疼痛。 2: 加療を要しない程度の軽度の疼痛。 3: 疼痛の問題がない。</p> <hr/> <p><体幹機能></p> <p>17) 垂直性 verticality test 0: 座位がとれない。 1: 静的座位にて側方性の姿勢異常があり、指摘・指示にても修正されず、介助を要する。 2: 静的座位にて側方性の姿勢異常(傾度15°以上)があるが、指示にては垂直位に修正・維持可能である。 3: 静的座位は正常。</p> <p>18) 腹筋 abdominal MMT 車椅子または椅子に座り、臀部を前にずらし、体幹を45度後方へ傾け、背もたれによりかかる。大腿部が水平になるように検者が押さえ、体幹を垂直位まで起き上がらせる。検者が抵抗を加える場合には、胸背上部を押さえること。 0: 垂直位まで起き上がれない。 1: 抵抗を加えなければ起き上がれる。 2: 軽度の抵抗に抗して起き上がれる。 3: 強い抵抗に抗して起き上がれる。</p> <hr/> <p><高次脳機能></p> <p>19) 視空間認知 visuo-spatial deficit 50cmのテープを眼前約50cmに提示し、中央を健側指で示させる。2回行い、中央よりのずれの大きい値を採用する。 0: 15cm以上。 1: 5cm以上。 2: 3cm以上。 3: 3cm未満。</p> <p>20) 言語 speech 失語症に関して評価する。構音障害はこの項目には含めない。 0: 全失語症。まったくコミュニケーションがとれない。 1: 1A: 重度感覚性失語症(重度混合性失語症も含む)。 1B: 重度運動性失語症。 2: 軽度失語症。 3: 失語症なし。</p> <hr/> <p><健側機能></p> <p>21) 握力 gripstrength 座位で握力計の握り幅を約5cmにして計測する。健側の具体的kg数を記載すること。参考として。 0: 握力0kg。 1: 握力10kg以下。 2: 握力10~20kg。 3: 握力25kg以上。</p> <p>22) 健側大腿四頭筋力 quadriceps MMT 座位における健側膝伸展筋力を評価する。 0: 重力に抗しない。 1: 中等度に筋力低下。 2: わずかな筋力低下。 3: 正常。</p>
---	--

また、ADL能力評価の指標を考えた際、将来そのADLが自立するのか、介助が必要なのか、まったくできないのかの判断が、患者や家族にとって重要な情報となる。そういった自立可否を明確に区別しやすい点で、BI (Barthel Index) の活用が有用だと考える。他の代表的なADL評価法としてはFIM (Functional Independence Measure; 機能的自立度評価表) があるが、このFIMは、介助量を測定することを目的としている¹³⁾。リハビリテーションを進

める中で介助量の変化を捉えることも重要であるが、ADL予後予測にあたり将来の生活の実際を考える上では、介助量の程度よりも介助が必要か不要かの把握の方がより重要だと考えられる。これはその状況によって、退院先や退院後の生活状況、家族の生活環境が大きく変わるためである。

以上のことから、このBIで示されるADL能力の予後を、SIASのような多面的内容を含む機能評価から検討するツールが、有能性が高いと考える。そこで本研究では、脳卒中ADLにおけるSIASを活用した予後評価チャートの作成を試みたい。

自宅復帰につながる具体的なADL項目については、その条件や影響因子に関する報告がいくつかなされており、中でも排泄における移乗を含むトイレの一連の動作が、自宅復帰を目指すうえで最も重要度の高いADL項目として挙げられる¹⁴⁾。トイレ動作は、毎日複数回、昼夜含め不規則の時間帯で行う必要がある動作であるため、その一連の動作が他者の介助なしに行えることは、自宅復帰につながりやすいと考える。本研究では、このトイレ動作に焦点を絞り、既存の機能評価結果とADL評価結果の症例データから「脳卒中ADL予後評価チャート（トイレ動作）」の作成を検討する。

IV. 研究方法

1 研究対象データと変数の選定

対象データは、大阪保健医療大学が保有する既に匿名化された脳卒中患者の情報をを用い、対象の選択基準は以下の①～④の条件を満たす者とした。この条件下の対象における初期評価時ならびに最終評価時のSIAS及びBI（トイレ動作）のスコアを、本研究の対象データとして選定した。

- ①初発脳卒中、②可逆的な脳への影響が解消される発症後1ヶ月以上経過した脳卒中、
- ③リハビリテーションが実施されたもの、
- ④FIMC（FIM cognitive item；FIM認知項目）の「理解」項目で、基本的欲求が理解できる5点以上のもの

必要なデータサンプル数は、ロジスティック回帰分析において予測モデルに使用する入力変数の数から計算でき¹⁵⁾、係数を10として、 $(\text{入力変数の数}) \times 10 = (\text{最低限必要なサンプル数})$ である。本研究のADL予後予測の材料となる入力変数には、多面的内容の評価項目を含むSIASの全22項目のスコアを選択するため、必要なサンプル数は、 $22 \times 10 = 220$ となる。本研究では、これを上回る256例を対象データとして用いた。そしてADL能力評価の指標となる目的変数は、自立可否を明確に区別しやすいBI（トイレ動作：自立10点、一部介助5点、全介助0点）を選択した。

2 統計学的処理

入力変数が多いSIASに関連するトイレ動作の予後予測するには、各入力変数の関係を鑑みたくえて、その影響を考えなければならない。そのため、入力変数の相互の関係を処理しどの入力変数がトイレ動作にどの程度の影響を与えているのかを処理できる統計手法を用いる必要がある。このことから、複数の入力信号の相互関係から1つの信号を出力する階層型NNW（Neural Network；ニューラルネットワーク）¹⁶⁾を用いた。

NNWとは元来、生物の神経細胞の回路で行われる情報処理をモデル化したものである。高次の情報処理プログラムを作成するにあたり、学習機能と外部入力に応じて自身の構造を変える自己組織化を特徴とし¹⁷⁾、人工知能テクノロジーが発展する中、一例としては画像認識や音声解析などの技術にも活用されている。このNNWを用いることで既存のデータの各変数の関係性の重みやつながりの強さを算出でき、脳卒中患者の予後予測研究への適用が

有用であることも報告されている¹⁸⁾。本研究では、このNNWによる解析をNeural Works Predict Ver.3.24 SETソフトウェアを使用して行った。

3 解析方法

- (1) 対象のSIASとBI（トイレ動作）の全データをExcelの行に入力
- (2) SIASを入力変数、BI（トイレ動作）を目的変数としてNNWによる処理を実施
- (3) NNWによって導き出された予測因子、weightと伝達関数から予測式を同定（予測式省略）
- (4) 予測式に、SIASの中でも関連度が高いと算出された予測因子の入力変数を代入し、目的値を計算
- (5) Excelの行にSIASの予測因子とBI（トイレ動作）の計算結果のスコアを入力して、全ての組み合わせを表にまとめ、ADL予後評価チャート（トイレ動作）を作成

V. 解析結果

SIAS全22項目に対してNNWを用いて予測因子、weightと伝達関数から予測式を同定した結果、1回目の学習により関連度が高いものは14項目に絞られた。その後、同様のNNWによる学習を継続して行くと以下の5項目にまで絞られた。

- ①下肢近位（股）（0～5点）、②下肢遠位（0～5点）、③下肢関節可動域（0～3点）、④垂直性（0～3点）、⑤腹筋（0～3点）

この結果より、トイレ動作に関連するSIAS 5項目からのBIの予測の組み合わせは以下のようになる。

$$6 \times 6 \times 4 \times 4 \times 4 = 2,304 \text{ (通り)}$$

この解析結果を、チャートにまとめ「脳卒中ADL予後評価チャート（トイレ動作）」として作成した（図1）。

【①下肢近位(股)0点】チャート表(1)

①下肢近位	②下肢遠位可動域	③垂直性	④腹筋	BIスコア
0	0	0	0	0
0	0	0	1	0
0	0	0	2	0
0	0	0	3	0
0	0	1	0	0
0	0	1	1	0
0	0	1	2	0
0	0	1	3	5
0	0	2	0	5
0	0	2	1	5
0	0	2	2	5
0	0	2	3	5
0	0	3	0	5
0	0	3	1	5
0	0	3	2	5
0	0	3	3	10
0	1	0	0	0
0	1	0	1	0
0	1	0	2	0
0	1	0	3	0
0	1	1	0	0
0	1	1	1	0
0	1	1	2	0
0	1	1	3	5
0	1	2	0	5
0	1	2	1	5
0	1	2	2	5
0	1	2	3	5
0	1	3	0	5
0	1	3	1	5
0	1	3	2	5
0	1	3	3	10

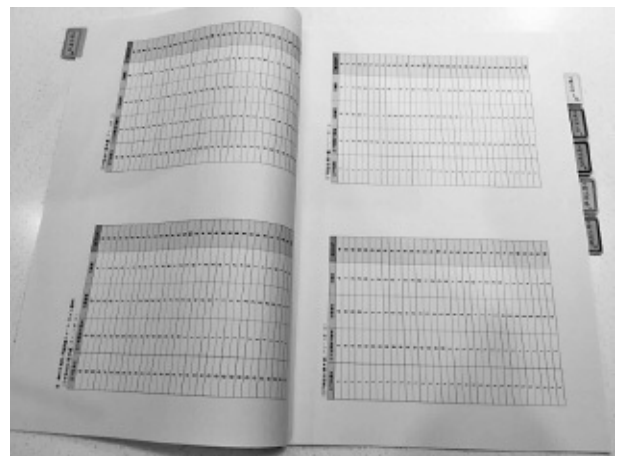


図1 「脳卒中ADL予後評価チャート（トイレ動作）」の一部

VI. 考察とまとめ

各SIAS項目の組み合わせとBIのスコアとの関係から、NNW理論を用いて分析した結果、トイレ動作と関連度が高いと考えられる機能障害の項目として、①下肢近位（股）、②下肢遠位、③下肢関節可動域、④垂直性、⑤腹筋、の5項目が抽出された。NNWによる解析はその特徴として、各変数の関係性の重みやつながりの強さを算出できるものである。そのためこれらの5つの項目の機能は、それぞれ単独でトイレ動作と関連しているというよりも、トイレ動作において各項目の機能が相互に関係しあっており、それがBIスコアを決定づける要因として関連度が高いということを示している。

BIにて示されるトイレ動作を「動作」の観点から考えると、トイレでの便座への移乗（着座および立ち上がりを含む）、下衣の上げ下げ、拭く・水を流すといった後末動作に分解できる。それらの実行には、便座での静的な座位安定性に加え、便座上で重心移動を伴いながら上肢操作を行う「動的な座位動作¹⁹⁾」の能力や、立位でのバランス能力も求められる。これらを満たすためには一定の下肢筋力と可動性、体幹機能が必要であり、本研究での抽出された5項目の身体機能は、トイレ動作と関連が高いと考えられる。これらの抽出因子は、対象者のトイレ動作が困難な場合の原因を考えるうえでの要素のひとつにもなり、治療方針の決定にも寄与すると思われる。

今回作成を試みたチャートは、トイレ動作と関連度が高い各SIAS項目（5項目）の組み合わせと、BIのスコアとの関係を示したものである。そのため、初期評価段階のSIASを入力することで、将来のADLまで自動的に算出されるものではなく、現在のSIASが将来どの程度まで改善するのかはセラピスト自身が判断し、その予測値をチャートと照合する必要がある。自動的に算出される方法をとらない理由としては、同様の運動・認知機能障害であっても、臨床病型やその程度、付随する脳障害によって回復度は大きく異なるため、一元的、平均的に回復度を判断することはできず、症例ごとに個別の判断が求められるためである。そのため統計学的解析によってそれら全てを平均化してしまうデジタル処理では、予後予測精度をむしろ低下させてしまう恐れがある。つまり、このチャートを用いてADL予後予測の精度を向上させていくには、対象患者個別の脳画像所見分析を含む、リハセラピストの科学的根拠に基づいた機能予後予測の能力が必要となる。今後、この機能予後予測に対する検討も課題であるが、それでも、仮説を立て、すなわち予測値を算出して、チャートを用い予後評価を検討することは意義があると考えられる。患者ならびに家族への情報提供等は慎重になるべきであるが、SIAS予測値の差異でのBIスコアの変化を鑑みて、仮説の検証や治療プログラムの立案を行うなど、チャートの活用が有用になりうるとも考えられる。

また本研究における注意点は、入力変数以外の臨床症状がADL実行に影響する可能性の考慮である。本研究においては、対象者群の条件のひとつとして、認知機能面ではFIMCの「理解」項目で、基本的欲求が理解できる者を選定した。そのため、認知機能低下の考慮が必要なケースでは、チャートの活用には注意が必要である。これを含め、今回解析したSIASの評価以外の臨床症状や因子の影響については、個別に検討する必要があると考える。

脳卒中リハビリテーションにおけるADL予後予測は、その多岐にわたる特性から複雑で難しい面はあるが、今回の研究ではNNW理論を用いたことで、トイレ動作における関連度の高い身体機能が抽出できたうえで、予後評価が行えるツールの作成に至った。今後は、トイレ動作以外のADL項目についての検討や、機能予後予測の在り方についても検討していきたい。

文献

- 1) 大槻俊輔：脳卒中の治療Update 2017. 近畿大医誌 41(3, 4) : 111-128, 2016
- 2) 平成26年 患者調査の概況. 厚生労働省 : 1-15, 21, 23, 2015

- 3) 加藤裕司・他：“加齢医学の面からみた脳卒中”. 小林祥泰（編）：脳卒中データバンク 2009. 中山書店：54-56, 2008
- 4) 林真太郎, 松田智子：脳卒中予後予測の重要性と有用性についての検討. 奈良学園大学紀要 8：71-78, 2018
- 5) 石倉 隆, 岩田 篤：SIAS, FIMCから脳卒中のADL予後を予測する：Stroke ADL prognostic assessment set II (SAPAS II) の開発と機能予後予測の視点－. 理学療法福井18：4-15, 2014
- 6) 前田真治：我々が用いている脳卒中の予後予測IV. 臨床リハビリテーション10(4)：320-325, 2001
- 7) 江連亜弥, 原田慎一, 小澤佑介, 他：脳卒中片麻痺者の体幹機能と日常生活活動（ADL）との関係について. 理学療法科学 25(1)：147-150, 2010
- 8) 平野恵健, 林健, 新田收, 他：回復期リハビリテーション病棟に入院した脳卒中重度片麻痺患者の退院時ADL能力に及ぼす因子の検討. 理学療法科学 30(4)：563-567, 2015
- 9) 横井輝夫, 岡本圭左, 他：痴呆性高齢者の認知機能障害とADL障害との関連. 理学療法科学 18(4)：225-228, 2003
- 10) 道免和久：脳卒中片麻痺患者の機能評価法Stroke Impairment Assessment Set (SIAS) の信頼性および妥当性の検討 (1). リハビリテーション医学 32(2)：113-122, 1995
- 11) 園田茂：脳卒中片麻痺患者の機能評価法Stroke Impairment Assessment Set (SIAS) の信頼性および妥当性の検討 (2). リハビリテーション医学 32(2)：123-132, 1995
- 12) 篠原幸人, 小川彰, 鈴木則宏, 他（編）：脳卒中治療ガイドライン2009. 共同企画：p274-340,350-351, 2009
- 13) Data management service of the Uniform Data System for Medical Rehabilitation and the Center for Functional Assessment Research: Guide for use of the uniform data set for medical rehabilitation. Version 3.0, State University of New York at Buffalo, Buffalo, 1990
- 14) 林真太郎：脳卒中予後予測における自宅復帰の影響因子. 奈良学園大学紀要 9：187-192, 2018
- 15) Peduzzi P, Concato J, Kemper E, Holford TR, Feinstein AR.: A simulation study of the number of events per variable in logistic regression analysis. J Clin Epidemiol 49: 1373-1379, 1996
- 16) Rumelhart DE: Learning internal representation by error propagation. Parallel distributed processing: Explorations in the microstructures of cognition 1: 318-362, 1986
- 17) 吉富康成：ニューラルネットワーク. 朝倉書店：p1-13, 2002
- 18) 園田茂, 才藤栄一, 辻内和人, 他：脳卒中帰結予測におけるニューラルネットの応用. 総合リハビリテーション 23(6)：499-504, 1995
- 19) 鈴木俊明：身のまわり動作と生活関連動作を考える. 関西理学療法8：1-5, 2008