

## 4. 呼吸ルール



山内 基雄<sup>1,2)</sup>

### 要旨

米国睡眠医学会 (American Academy of Sleep Medicine : AASM) による『AASM Manual for the Scoring of Sleep and Associated Events : Rules, Terminology and Technical Specifications. VERSION 3』への改訂に伴う呼吸イベント判定ルールの変更は、成人および小児ともにほとんどない。追加された事項としては、呼吸努力の検出のために用いる横隔膜/肋間筋の表面筋電図信号、およびバックアップ換気の呼吸数設定のある陽圧呼吸タイトレーション中の呼吸イベント判定がある。2025年7月に出版された同マニュアルの日本語翻訳版、『AASMによる睡眠および随伴イベント判定マニュアル第3版』においては、既述の追加事項の翻訳に加えて、第2版と同じ英語表現であるものの、その翻訳と表現に若干の変更を加えている。

● **Keyword** 呼吸ルール, 呼吸イベント, 無呼吸, 低呼吸, 呼吸努力

### はじめに

米国睡眠医学会 (American Academy of Sleep Medicine : AASM) は、AASM Manual for the Scoring of Sleep and Associated Events : Rules, Terminology and Technical Specifications.を2023年にVERSION 2からVERSION 3に改訂を行った。VERSION 3への改訂に伴う呼吸イベント判定ルールの変更に関しては、スコアリング作業を行ううえで大きく影響を与えるものはなく、若干の追加事項のみが含まれている<sup>1)</sup>。

日本睡眠学会は、同マニュアルVERSION 3の日本語翻訳を行い、2025年7月に『AASMによる睡眠および随伴イベントの判定マニュアル第3版』を出版した<sup>2)</sup>。同翻訳版においては、

日本睡眠学会は翻訳作業のなかで若干の表現や用語の差し替えを行っている。本稿では、呼吸イベント判定ルールに記載された追加事項を紹介し、その後、翻訳の過程で行った日本語修正と修正を行った背景について概説を行う。後半部分では、紙面の許す限り、呼吸イベント判定ルールの概要を紹介する。

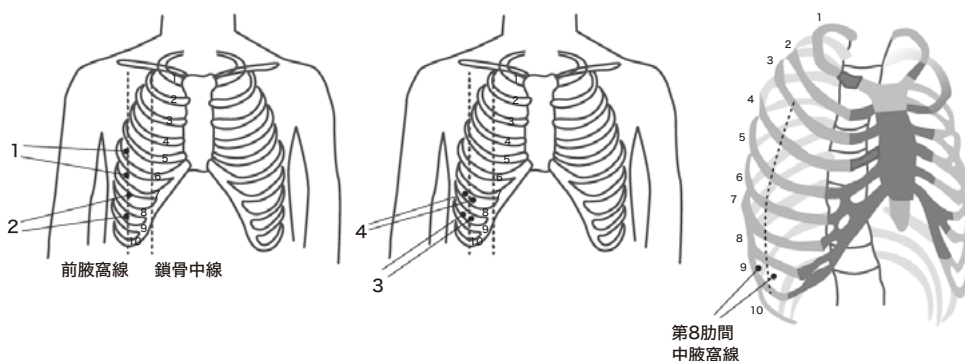
### VERSION 2からVERSION 3への改訂に伴う追加事項

#### 1. 呼吸努力検出を目的とした 横隔膜/肋間筋の表面筋電図信号

成人の呼吸ルールにおける技術仕様の項目内にあるNoteに、呼吸努力検出のために使用する横隔膜/肋間筋の表面筋電図信号の装着と周

1) 奈良県立医科大学医学部看護学科臨床病態医学 (〒634-8524 奈良県橿原市四条町 88)

2) 奈良県立医科大学附属病院睡眠医療・呼吸管理センター (〒634-8522 奈良県橿原市四条町 840)



© 2023 American Academy of Sleep Medicine. All rights reserved.

図1 横隔膜／胸壁の表面筋電図を記録するための電極配置

横隔膜／胸壁の表面筋電図を記録するための電極（1，2，3，4）の配置のいくつかのオプションを示す。肋骨の下と次の肋骨の下に電極を使用する睡眠センターもあれば、同じ肋間に2つの電極を使用する睡眠センターもある。

（日本睡眠学会 監訳：AASMによる睡眠および随伴イベントの判定マニュアル，ルール，用語，技術仕様の詳細 VERSION 3. 2025.<sup>2)</sup>より転載）

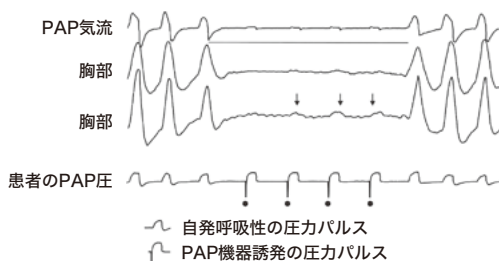
波数フィルターの推奨設定についての記載が新たに追加された。呼吸運動を司る筋肉，とりわけ吸気筋である横隔膜と外肋間筋の筋活動を捉え呼吸努力の有無を検出するため，閉塞性無呼吸・低呼吸と中枢性無呼吸・低呼吸，さらには呼吸努力関連覚醒反応（respiratory effort-related arousal：RERA）の判定に有用である。

図1のように，一般的に第6，第7，あるいは第8肋間が使用されるが，患者によってはやや上または下のほうが良好な信号が得られることもある。フィルター設定については，前脛骨筋電図記録用に推奨されている低周波および高周波フィルター設定（低＝10Hz，高＝100Hz）を使用できるが，25～40Hzの低周波フィルター設定を使用すると心電図のアーチファクト混入が減少する。

## 2. 呼吸イベント判定における特殊な状況

中枢性無呼吸と判定する基準として，新たに以下の項目が追加された。この基準は成人のみならず小児でのルールにも記載されている。

バックアップ換気の呼吸数の設定のある陽圧呼吸（positive airway pressure：PAP）タイトレーション中に呼吸イベントを判定する場合，PAP機器誘導の呼吸は，以下の基準をすべて



© 2023 American Academy of Sleep Medicine. All rights reserved.

図2 PAP機器誘発の圧力パルス中の中枢性無呼吸

無呼吸の基準を満たすPAP気流の減少が認められる。患者のPAP圧はPAP機器からの圧力信号である。下向きの振れ（●）は，PAP機器誘発の圧力パルスを示すためにPAP機器が誘発したアーチファクトである。胸部と腹部のトレース（↓）のごくわずかな振れは，機器誘発の圧力パルスからのごくわずかな流量によるもので，患者の呼吸努力を示すものではない。規則的な間隔（バックアップレート）および異なる形状によって，患者自身によって誘発された圧力パルスを識別することができる。

（日本睡眠学会 監訳：AASMによる睡眠および随伴イベントの判定マニュアル，ルール，用語，技術仕様の詳細 VERSION 3. 2025.<sup>2)</sup>より転載）

満たす場合，中枢性無呼吸と判定する（図2）。

1. 無呼吸基準を満たすPAP気流信号の減少がある。
2. イベント中に機器誘発の圧力パルス（圧力サポート）が発生する。
3. イベント中に自発的な（患者誘導の）呼吸努力の痕跡がない。

## VERSION 2からVERSION 3への改訂に伴う日本語翻訳の変更とその背景

『AASM Manual for the Scoring of Sleep and Associated Events : Rules, Terminology and Technical Specifications. VERSION3』における低呼吸の判定で推奨される基準の原文は以下である。

1. A Score a respiratory event as a hypopnea if ALL the following criteria are met
  - a. The peak signal excursions drop by  $\geq 30\%$  of pre-event baseline using nasal pressure (diagnostic study), PAP device flow (titration study), or an alternative hypopnea sensor (diagnostic study).
  - b. The duration of the  $\geq 30\%$  drop in signal excursion is  $\geq 10$  seconds.
  - c. There is a  $\geq 3\%$  oxygen desaturation from pre-event baseline or the event is associated with an arousal.

この基準に用いられている「signal excursion」という英語は、日本語翻訳第2版では、「信号振幅」と翻訳されていた。「振幅」は英訳すると「amplitude」である。実は、VERSION 2およびVERSION 3の原文で「amplitude」という単語は頻出している。しかし、その多くは脳波や筋電図における基準で使用されており、この場合は確かに「振幅」でよいと考える。1点だけ、sleep stage N3においては、「peak-to-peak amplitude  $> 75 \mu V$ 」との記載がある。振幅とは基準線からの最大変位までの距離と定義される(図3)。そのため、stage N3における「peak-to-peak amplitude  $> 75 \mu V$ 」とは、基準線から上向きの振幅と下向きの振幅を足し算したものが  $75 \mu V$  を越えるということになる。そのため、わざわざ「peak-to-peak」と記載しているのである。

では何故、呼吸信号においては、「amplitude」ではなく「excursion」という単語を使用して

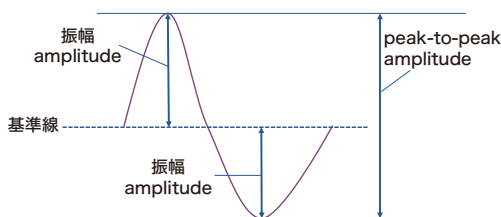


図3 波形における振幅 (amplitude) の定義

いるのであろうか。「excursion」は可動(域)あるいは移動(域)と日本語訳することができる。つまり呼吸信号の動きを指しているのである。鼻圧センサーはその波形特性上、基準線の最大変位までの距離は換気量に相当しないことに留意しなければならない。鼻圧センサー波形は、圧力波形であるため、波形の時間積分値、すなわち波形曲線下面積が換気量に相当する。

図4に、正常パターンとフローリミテーションパターン呼吸の鼻圧センサー波形を示す。一般的に吸気換気量と呼気換気量は等しいため、上向き波形の曲線下面積と下向き波形の曲線下面積は等しくなる。また、この図の場合、正常パターンとフローリミテーションパターンの波形曲線下呼吸は等しい。したがって、フローリミテーションがかかっている吸気時間が長くなれば同じ一回換気量を保つことができるのである。しかし、基準線からの距離(振幅)はどうであろうか。明らかに、基準線からの上向きの振幅は、正常パターン呼吸で高く、フローリミテーションパターン呼吸で低いことがわかる。これが、呼吸信号を捉えるうえで極めて重要であるため、「amplitude」ではなく「excursion」を用いている根拠であると考えられる。そのため、AASM Manual for the Scoring of Sleep and Associated Events : Rules, Terminology and Technical Specifications. Version3では、Version 2と同じく「signal excursion」と記載されているものの、日本語翻訳第3版では、呼吸信号の動きという意味を含ませた「呼吸信号の振れ」という訳を採用した。ちなみに、図5に、鼻圧センサーと呼吸インダクタンسプレチスモグラフの合計(RIP-sum)波形における特性

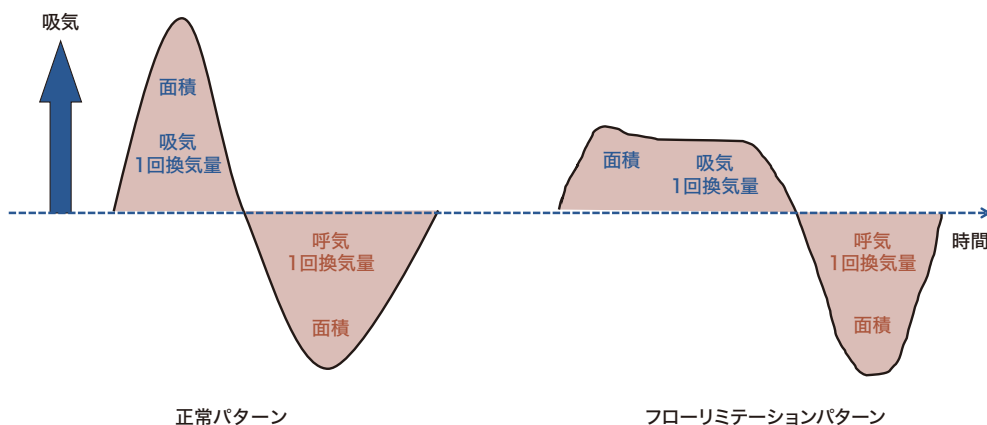


図4 正常パターン呼吸とフローリミテーションパターン呼吸における換気量（鼻圧センサー波形）

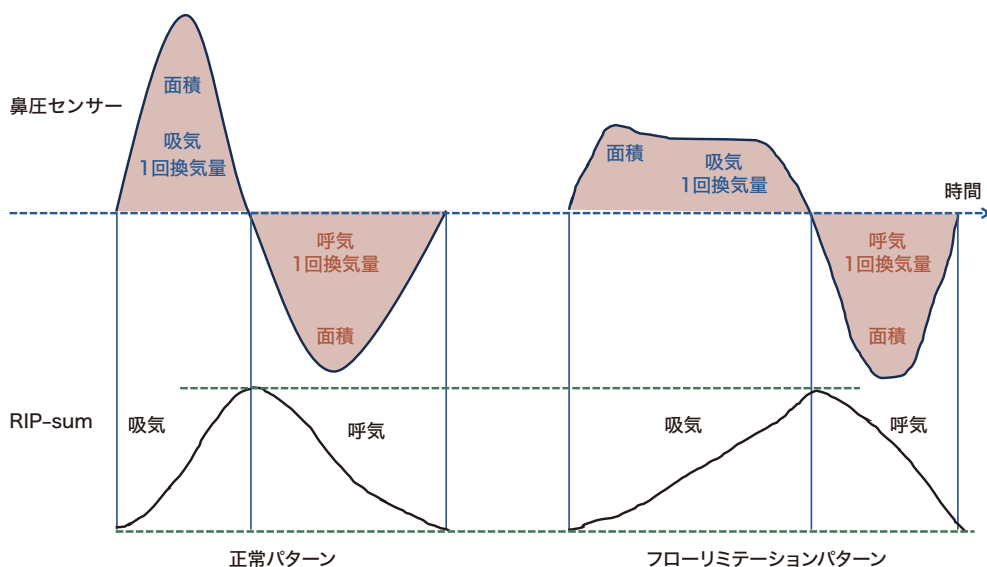


図5 鼻圧センサーと呼吸インダクタンスプレチスモグラフの合計（RIP-sum）の波形特性の違い

の違いを示す。RIP-sum波形では、山の高さが1回換気量となる。したがって、フローリミテーション時には、同じ山の高さ（同じ1回換気量）に到達するまでに時間が長くかかっている（吸気時間延長）のが見て取れる。このように低呼吸、つまり換気量の低下をみる場合には、鼻圧センサーとともにRIP波形を同時に観察することが重要であると筆者は考えている。

## 『AASMによる睡眠および随伴イベント判定マニュアル第3版』における呼吸ルールの概要



以下に呼吸イベント判定基準で「推奨」のみを記す。

### 1. 無呼吸の判定

1. 以下の両方の基準を満たす場合、呼吸イベントは無呼吸と判定する。
  - a. 口鼻温度センサー（診断検査）、PAP機器の

気流（タイトレーション検査），あるいは代替無呼吸センサー（診断検査）において，最大信号の振れがイベント前のベースラインから90%以上低下している。

- b. センサー信号が90%以上低下した持続時間が10秒以上である。
2. 無呼吸の基準を満たし，気流停止している全期間で吸気努力の持続あるいは増加を伴う場合，無呼吸は閉塞性と判定する。
3. 無呼吸の基準を満たし，気流停止している全期間で吸気努力が消失している場合，無呼吸は中枢性と判定する。
4. 無呼吸の基準を満たし，イベントの初期部で吸気努力が消失し，その後に吸気努力が再開する場合，無呼吸は混合性と判定する。

## 2. 低呼吸の判定

1. A 以下のすべての基準を満たした場合，呼吸イベントは低呼吸と判定する。
  - a. 鼻圧（診断検査），PAP機器の気流（タイトレーション検査），代替の低呼吸センサー（診断検査）で最大信号の振れがイベント前のベースラインより30%以上低下。
  - b. 30%以上減少した呼吸信号の振れが10秒以上持続。
  - c. 酸素飽和度がイベント前のベースラインから3%以上低下あるいは覚醒反応を伴う。
2. 閉塞性低呼吸の判定にあたっては，以下の基準のいずれかを満たす場合，閉塞性低呼吸と判定する。
  - a. イベント中のいびき
  - b. 吸気時に鼻圧あるいはPAP機器の気流信号の平坦化がベースライン呼吸に比較して増加
  - c. イベント前の呼吸では認めなかった胸腹部の奇異性運動がイベント中にみられる
3. 中枢性低呼吸の判定にあたっては，以下の基準のいずれも満たさない場合，中枢性低呼吸と判定できる。
  - a. イベント中のいびき

- b. 吸気時に鼻圧あるいはPAP機器の気流信号の平坦化がベースライン呼吸に比較して増加
- c. イベント前の呼吸では認めなかった胸腹部の奇異性運動がイベント中にみられる

## 3. 呼吸努力関連覚醒反応 (RERA) の判定

RERAの判定はオプションである。

1. RERAの判定にあたっては，呼吸努力の増加あるいは鼻圧（診断検査），PAP機器の気流（タイトレーション検査）波形の吸気部分の平坦化によって特徴付けられる10秒以上持続する一連の呼吸が，無呼吸あるいは低呼吸の基準を満たさず，睡眠から覚醒反応を生じた場合，RERAと判定する。

## 4. 低換気の判定

低換気の判定はオプションである。

1. 低換気の判定にあたっては，以下のいずれかが起これば睡眠中の低換気と判定する。
  - a. 動脈血PCO<sub>2</sub>（あるいは代替）の値が55mmHgを超えて10分以上持続する。
  - b. 動脈血PCO<sub>2</sub>（あるいは代替）が，（覚醒時仰臥位に比較して）睡眠中に10mmHg以上上昇し，50mmHgを超える値が10分以上持続する。

## 5. チェーンストークス呼吸の判定

1. 以下の両方を満たした場合，呼吸イベントはチェーンストークス呼吸と判定する。
  - a. 3回以上連続する中枢性無呼吸や低呼吸が呼吸振幅の漸増・漸減変化により区分される。その周期は40秒以上。また，低呼吸は1回換気量あるいは気流の対称的な漸増・漸減パターンを示す必要がある。
  - b. 2時間以上のモニター記録で，睡眠1時間あたり5回以上の中枢性無呼吸や低呼吸が呼吸振幅の漸増・漸減変化を伴う。



## おわりに

今回の『AASM Manual for the Scoring of Sleep and Associated Events : Rules, Terminology and Technical Specifications. VERSION 2』からVERSION 3への改訂に伴って、呼吸イベント判定ルールに大きな変更はない。しかしながら、呼吸イベント、とりわけ低呼吸を判定するうえで重要である波形特性の違いを理解してもらう意味をこめて、日本語翻訳を少し変更したこと、そしてその背景にある根拠を記載した。本稿によって呼吸イベント判定の奥

深さに気づいてくれるスコアラーが一人でも増えれば幸いである。

## 文献

- 1) American Academy of Sleep Medicine : The AASM Manual for the Scoring of Sleep and Associated Events : Rules, Terminology and Technical Specifications. Version 3. Darien, American Academy of Sleep Medicine, 2023.
- 2) 米国睡眠学会著, 日本睡眠学会監訳 : AASMによる睡眠および随伴イベントの判定マニュアル. ルール, 用語, 技術仕様の詳細 VERSION 3. ライフサイエンス出版, 東京, 2025.