関 治／著　ロープアクセス技術協会／編

ロープアクセス技術マニュアル

ホイスト編



Single Rope Techniques

目次

1. はじめに
2. 使用装備
   2-1 スパイク系ロープクランプ
   2-2 グラブ系ロープクランプ
   2-3 偏心ボビン系ディッセンダー
   2-4 非ロック型ボビン系ディッセンダー
   2-5 滑車（プーリー）
   2-6 プーリーカム
   2-7 リギングプレート
   2-8 レスキューハーネス
   2-9 ストレッチャー
3. 使用するノット
   3-1 ラップ 3 プル 2（R3P2）
   3-2 プレテンションバックタイ（PTBT）
   3-3 リリーサブルコード
4. ロープ強度の損失
   4-1 経年劣化
   4-2 使用頻度
   4-3 使用状況
   4-4 ノット
   4-5 ギア
5. ブースト（倍力）
   5-1 プルスタイル（引き姿勢）と
      プルパワー（引き力）
   5-2 ブースト（倍力）の基本
   5-3 ブーストの数え方
   5-4 プーリーの運用荷重
   5-5 実際のブーストシステム
   5-6 効率的なホールパワー
      （合計引き上げ力）の引き出し方
   5-7 ブーストシステムを用いた時の
      アンカーシステム
   -1 強固なアンカーシステム
   -2 仮荷重テストについて
   -3 人工アンカーの強度見積り
6. ホーリング・ロワーリング
   6-1 ホーリングシステムの選択
   6-2 ホーリングシステムの組み立て
   6-3 サブホイスト
   6-4 ホーリング（ロワーリング）中の
      中間動作
   6-5 ホーリングロープが岩角の擦れる場合の
      中間セット
   6-6 カウンターバランス要員
   6-7 伴走要員
   6-8 マオシステムを使った要救助者の
      ホーリング
   6-9 登高しながらのサブホイストを使った
      ホーリング
   6-10 タウトロープからの
      ホーリングシステムの組み立て
7. チロリアンブリッジ
   7-1 チロリアンブリッジの構築
   7-2 チロリアンブリッジ運用時の発生荷重の
      見積り
8. スロープチロリアン
   8-1 スロープチロリアンの構築
9. チロリアンブリッジを利用したホーリング
   9-1 チロリアンブリッジ上の水平搬送
   9-2 スロープチロリアン上でのスロープに
      沿った搬送
   9-3 複数ラインのチロリアンブリッジの
      載せ替え
   9-4 垂直方向のホーリング・ロワーリング
      と、水平方向の搬送の組み合わせ
10. 用語集

1. はじめに

SRT を応用すると、一人でも数 100kg の重量物の引き上げや吊りおろしをすることができる。
これは、垂直部や空中で要救助者を搬送する際に不可欠な技術である。
発生する荷重の大きさと装備が耐えうる力の大きさを計算、比較してシステムを構築する。

2. 使用装備

本書ではアドバンスド編で新たに使用する装備、もしくはスタンダード編とは使用方法の異なるものを紹介する。

2-1 スパイク系ロープクランプ

アセンションやベーシックなどがある。
レスポンスよくロープに噛み付くが、2.5～5kN 前後でロープを破断させる。
ロープの残存強度も考慮して、運用荷重はφ10.5mm では 4kN 以下、φ8mm では 2kN 以下とすることが望ましい。
なお運用荷重内であってもチロリアンブリッジのメインディバイスに用いてはならない。
ブースト先端に用いる場合、クランプに発生する荷重が上記の値を超える場合はグラブ系クランプを使用する。





2-2 グラブ系ロープクランプ

スパイクのない偏心カムでロープを押し挟むロープクランプ。

スパイク系ロープクランプに比べロープを破断させる荷重が大きい。

アセンションやクロールなどスパイクカム系のロープクランプに比べてロープへの脱着が煩雑。

またグラブ系ロープクランプは、スパイクカム系のロープクランプに比べて、ロープ全体を押し挟むため耐荷重が大きい。

そのため、高荷重が生じるブーストの先端部に適している。

・マイクロセンダー

偏心カムが荷重に伴ってロープを押し挟む構造のロープクランプ。

カムの軸になるピンを抜き差しすることで、カムとロープを脱着する。

脱着が煩雑だが、カム表面にはスパイクがないため、アセンションなどのスパイク系クランプよりも耐荷重が大きい。

オーバーロード（過荷重）の際にはスリップしてロープの破断を防ぐ場合もある。

参考実験結果

・10.5 ㎜新品ロープ使用時 5kN 弱でスリップ。

・11 ㎜ 5 年使用ロープ　11.5kN でシース破断。

カムをロープに押し付けるスプリングが付属している。

運用荷重は 9㎜ のロープでは 3kN、9㎜ 以上のロープで 4kN。





主に高倍率ブーストの先端部に用いる。

・ギブス

基本的な構造はマイクロセンダーに同じ。

カムをロープに押し付けるスプリングがなく軽量化されている。

運用荷重は 4.44kN。





2-3 偏心ボビン系ディッセンダー







ストップ　グリグリ　リグ

偏心ボビンがロープを押し挟む様式のオートロックディッセンダー。

ストップ、グリグリ、リグなどがある。

ホーリング（引き上げ）～ロワーリング（吊り降ろし）の変換が容易なためチロリアンブリッジやホーリング構築の際のメインディバイスとして多用する。

アドバンスド編では高荷重が生じる場面が多く、ギアやロープが荷重に耐えるかどうかの検証が必要となる。
ボビン系ディッセンダーの許容荷重はロープとギアの相性によって破断強度が様々に変化するので、一概に示すことはできない。
実験結果からは、10kN 程度で運用できた場合もあったが、最低では STOP が 6kN でシース破断を起こしたケースもあった。
ギア種・ロープ径・表面の状態・残存強度・シース強度などの組み合わせにより、
ロープのスリップ・シース破断・全破断またはギアの破断など、破断荷重と破断様式は様々に変化し予測が難しい。
そのため破断下限値の 6kN を運用の上限値とし、さらに安全率を含め運用は 5kN 以内で行う。
ロープがスリップすることもあるため、チロリアンブリッジ構築などの際にはロープを巻き付けるハードロックを併用する。
ロープを巻き付けてハードロックした際には 2kN を超えると解除レバーが作動できなくなる可能性がある。
そのため、その際にはリリーサブルコードを併用して構築する。

2-4 非ロック型ボビン系ディッセンダー

ペッツルのシンプルやクライミングテクノロジーのイーグルがこれにあたる。





チロリアンブリッジの固定端を構築する際に使用する。
偏心タイプと異なり、ロープを押し挟む機能がないためロープの強度を最大限に引き出すことができる。
高荷重下で支点にロープ荷重のリリーサブル（解除可能）機能を付加するために用いる。
シンプルは 14kN で塑性変形を起こしたが、イーグルはメーカースペックで 22kN を提示している。
いずれにしても偏心ボビン系ディッセンダーよりも高荷重に耐える。

2-5 滑車（プーリー）

引き込み方向の変更やブーストシステムの構築に使用する。

本体のプレートが固定されたものと、表裏 2 枚のプレートがボビン軸で個々に回転するものがある。

いずれもアッセンダーと組み合わせてプーリーカムを構築することができる。

・フィックス

プレートが固定されたシングルボビンプーリー。

オーバル型カラビナの内側に折り返してアッセンダーとの複合体を作ることができ、複合体をコンパクトに構成できる。

プーリー効率 75%（メーカー公表値 71%）。

運用荷重は片側 2.5kN で合計 5kN。





・タンデム

プレートが固定されたダブルボビンプーリー。

二つのボビンが同一ライン上に位置するプーリー。

チロリアンブリッジを通過する際に姿勢を安定させる用途で用いられる。

ボビンの素材はアルミとステンレスの 2 種類がある。

メーカー公表プーリー効率 71%。

運用荷重は 10kN。





・MINI

シングルボビンのスウィングスライドプーリー。

プルージックコードやアッセンダーと併せてプーリーカムを構築することができる。

プーリー効率 81%（メーカー公表値 91%）。

運用荷重は片側 2.5kN で合計 5kN。





・GEMINI

一軸のダブルボビンのスウィングスライドプーリー。

ブーストシステムを効率的に上位化するのに適する。

プルージックコードやアッセンダーと併せてプーリーカムを構築することができる。

メーカー公表プーリー効率 91%。

運用荷重は片側 1.5kN で合計 6kN。





2-6 プーリーカム

・マイクロトラクション

小型で軽量の高効率のプーリーカム。
アッセンダー紛失時や予備ギアとして汎用性が高い。
しかしながらカムのロックが甘く、少しでもロープが暴れると意図せずカムが作動してしまう欠点がある。
メーカー公表プーリー効率 91%。
運用荷重は片側 2.5kN で合計 5kN。カムとして使用する場合は 2.5kN。




・ミニトラクション

初期型のプーリーカム。
マイクロトラクションより大きくプーリー効率も悪いが、カムのロックは確実。
プーリー効率 69%（メーカー公表値 71%）。
運用荷重は片側 2.5kN で合計 5kN。カムとして使用する場合は 2.5kN。




・プロトラクション

ホーリングに特化した高効率プーリーカム。
ブースト上位化のためのアタッチメントポイントが設置されている。
プーリー効率 83%（メーカー公表値 95%）。
運用荷重は片側 3kN で合計 6kN。カムとして使用する場合は 2.5kN。



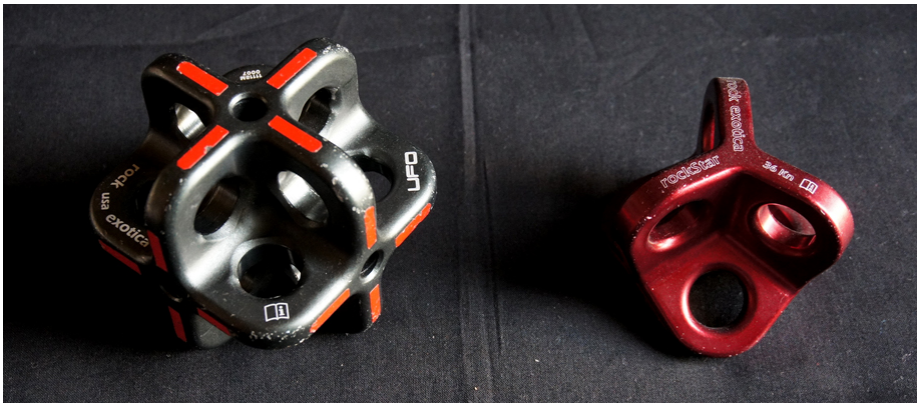

2-7 リギングプレート

複数のアタッチメントポイントを有する、強度を持った金属プレート。

チロリアンブリッジやホーリングなど複数のギアを振り分けて接続するために使用する。



支点と荷重方向の関係が立体的な場合には多面体のリギングキューブが有効。



2-8 レスキューハーネス





2-9 ストレッチャー





3.使用するノット

3-1 ラップ 3 プル 2 (R3P2)

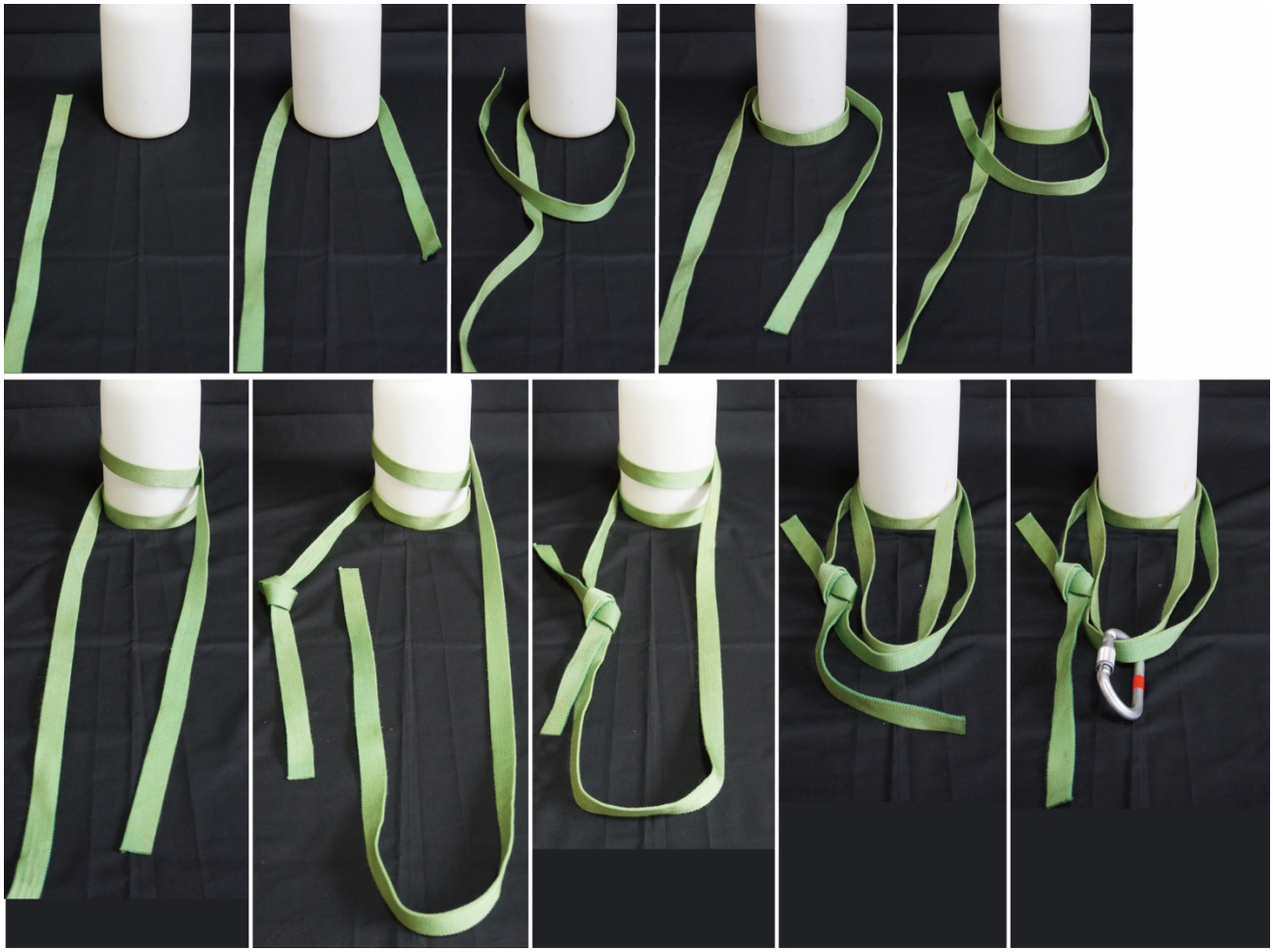
オープンスリングを立木などのナチュラルアンカーに 3 回巻き付けてテープノットで末端同士を結束する。

そのうち 2 本にカラビナをかけて使用する。

一般的なポリアミド製テープは単独で約 10kN 前後の強度のものが多い。

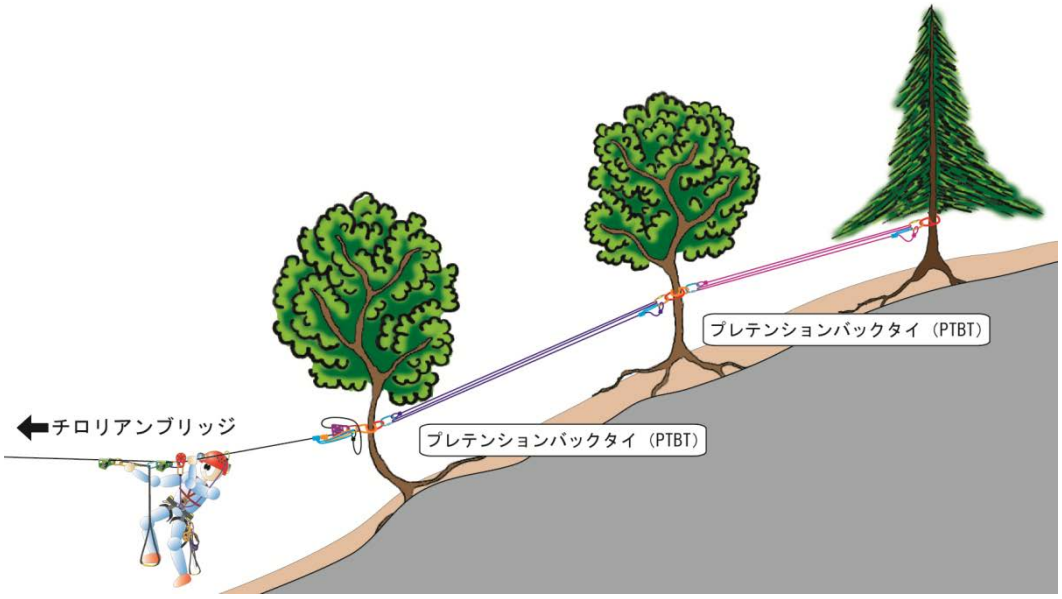
それをラップ 3 プル 2 で結束すると約 18kN の強度が見込める。

チロリアンブリッジなどの高荷重が生じる箇所に使用する。



3-2 プレテンションバックタイ（PTBT）

立木などのナチュラルアンカーが高荷重にも耐えるように、メインアンカーを引っ張り方向の反対側にあらかじめ張力を与えてバックアップアンカーとつなぎ合わせておく結束方法。これを複数回繰り返すことで、チロリアンブリッジ等の高荷重に耐える強固なアンカーシステムを作ることができる。



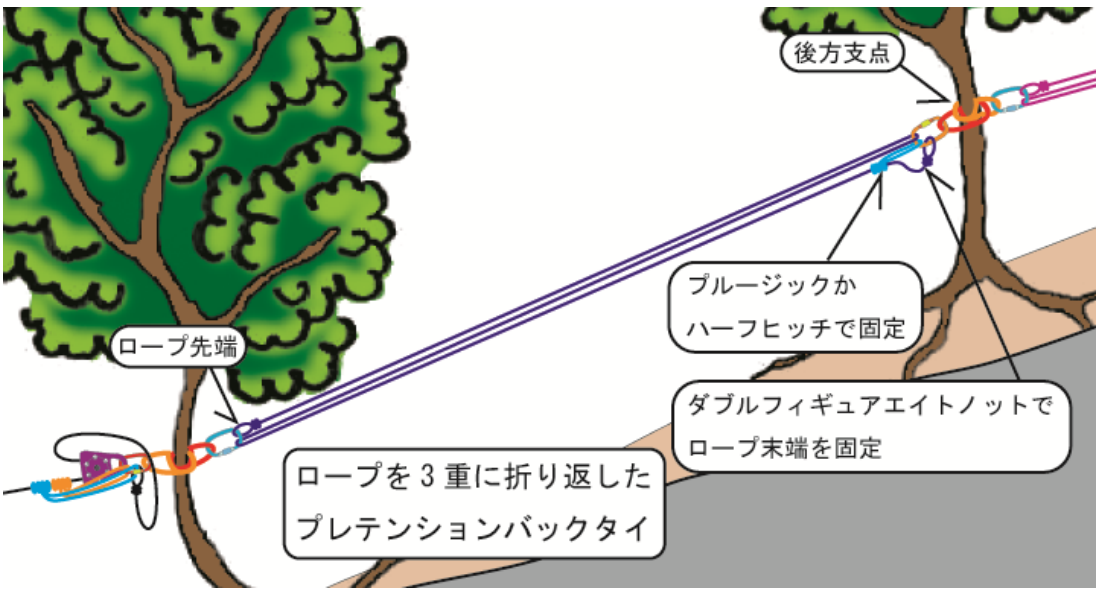
メインロープと同等のロープを用いてメインアンカーとバックアップアンカーをブーストで展張しておく。

メインアンカーとバックアップアンカーの結束方法については、以下の三通りを紹介する。

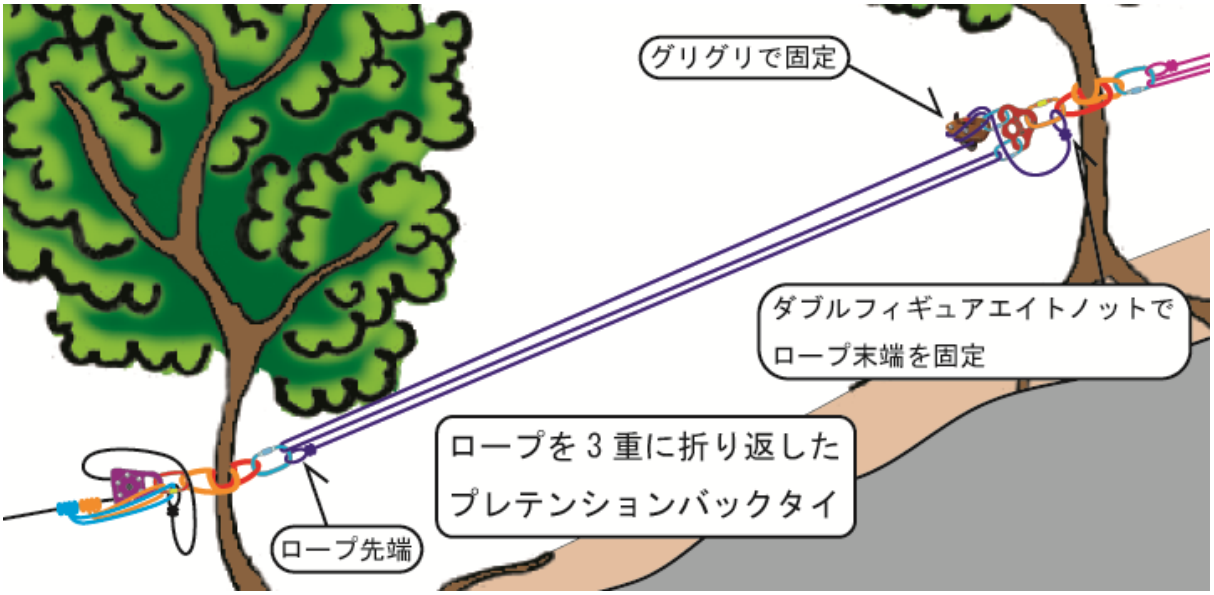
① ロープを 3 重に折り返して単純なブーストを構築する。（ロープの長さに余裕がある場合）

先端はダブルフィギュアエイトノットで結束しておき、支点間を 3 重に折り返して末端をプルージックコードで固定するか、ハーフヒッチで結束すると省装備で構築できる。

その際にはロープ末端はダブルフィギュアエイトノットで後方支点に結束しておき、ブーストの破綻を避ける。



もしギアに余裕があれば末端側にオートストップ型ボビン系下降器（グリグリ・STOP・リグなど）を用いてもよい。

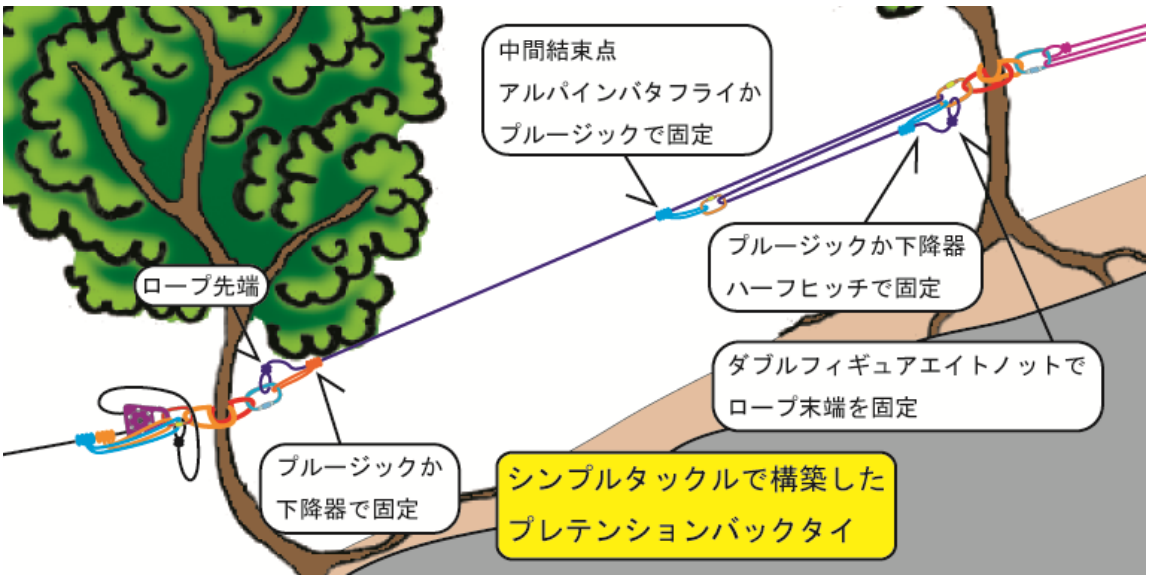


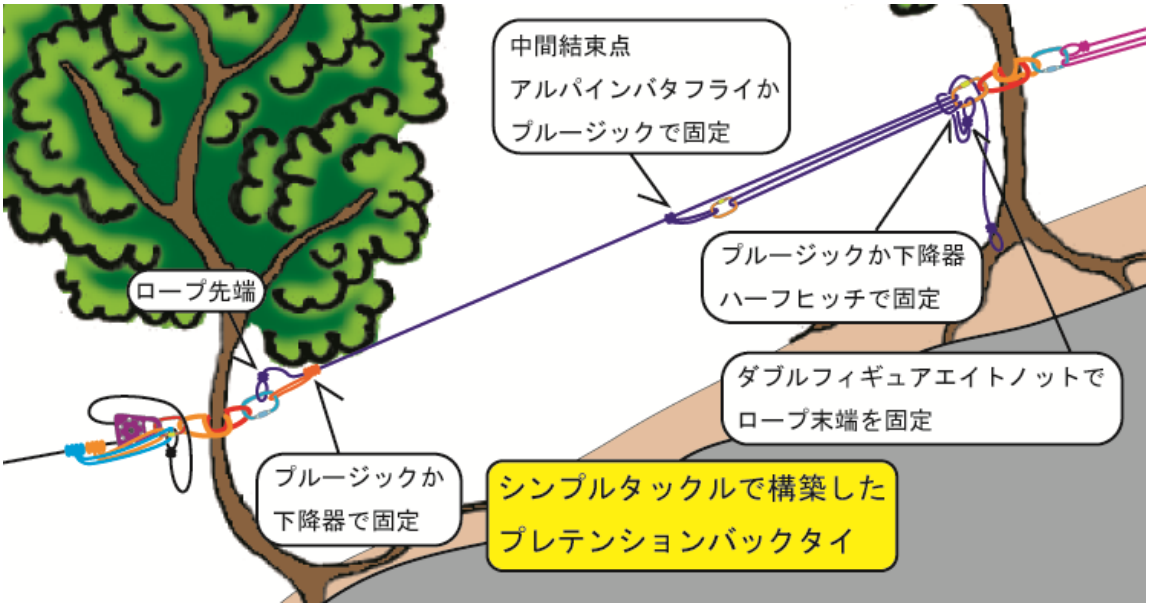
② シンプルタックルでブーストを構築する。

ロープ先端のノットにはブーストによる高荷重が生じるため、プルージックか下降器を用いて過度なノットの締結を避けることが望ましい。

中間の結束点はプルージックかアルパインバタフライで結束してシンプルタックルを作る。

末端はプルージックコードで固定するか、ハーフヒッチで結束すると省装備で構築できる。その際にはロープ末端はダブルフィギュアエイトノットで後方支点に結束しておき、ブーストの破綻を避ける。



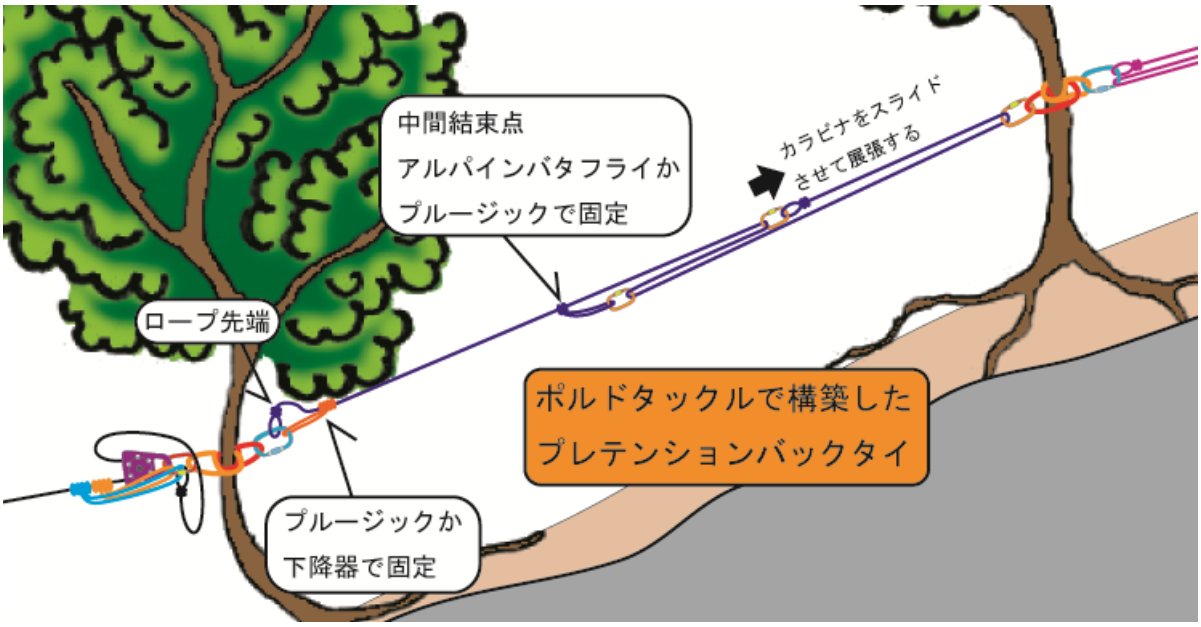


③ ポルドタックルでブーストを構築する。

ロープ先端のノットにはブーストによる高荷重が生じるため、プルージックか下降器を用いて過度なノットの締結を避けることが望ましい。

中間の結束点はプルージックかアルパインバタフライで結束してポルドタックルを作る。

カラビナをスライドさせてロープを展張する。



プレテンションバックタイは必要以上にテンションをかけると、アンカーに余計なストレスをかけることになるので、過剰なブーストは避ける。

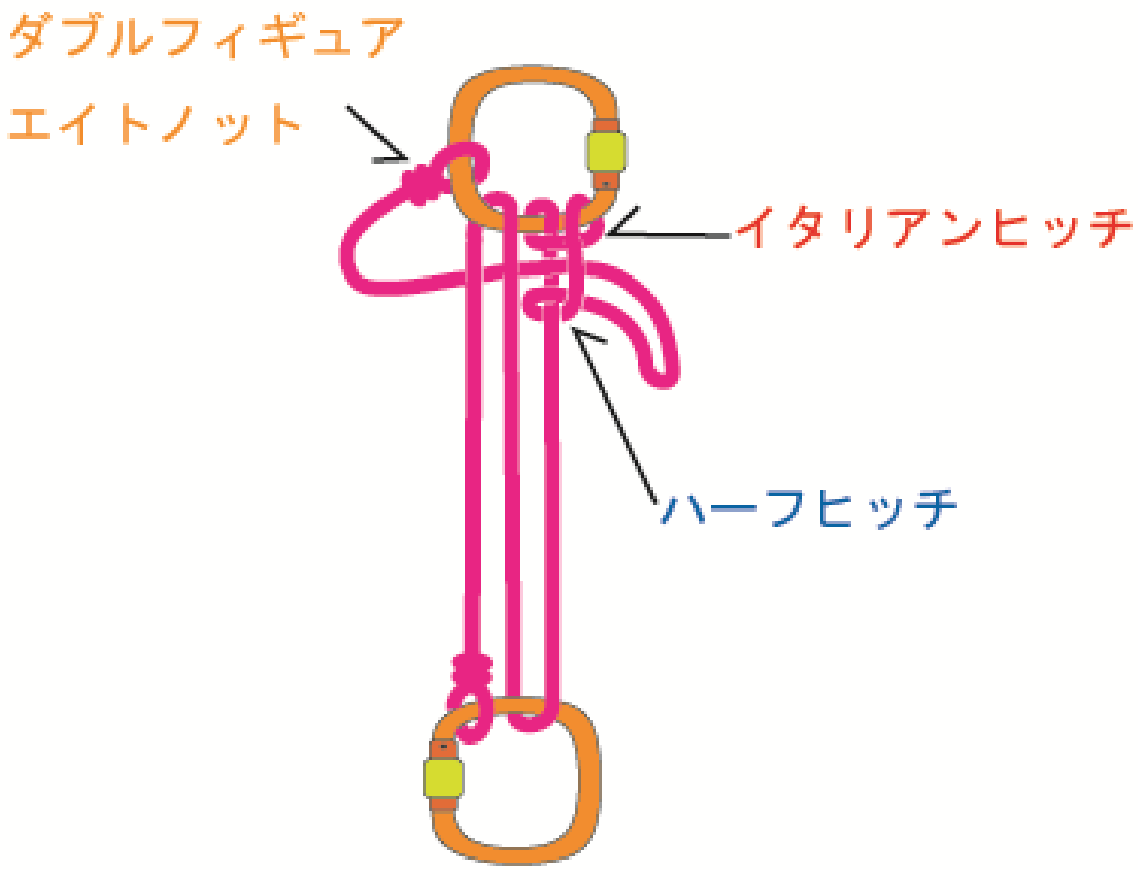
カラビナで折り返した 3 倍ブーストをサイドウェイズプルで引く程度にしておく。

プレテンションバックタイを重複して構築する際はアンカーに結束したラップ 3 プル 2 を互いに織り込んだ状態で結び合わせる。



3-3 リリーサブルコード

φ＝8～9 ㎜程度のロープとカラビナ 3 枚を用いたチロリアンブリッジ解除用のコード。
チロリアンブリッジのメインディバイスと支点の間に接続する。
φ＝8 ㎜以上のロープで 2 枚のカラビナ間を 3 重に折り返した後イタリアンヒッチで結束し、ハーフヒッチで止め結びしておく。
チロリアンブリッジの解除を容易にするために、支点とメインディバイスの間に組み込んでおいて、解除時に使用する。
チロリアンブリッジを運用中（要救助者や運搬物をチロリアンブリッジ上で移動させている最中）にリリーサブルコードを解除する際にはすっぽ抜け防止のために、コード末端をダブルフィギュアエイトノットで支点に結束しておく。



4. ロープ強度の損失

ロープメーカーのカタログにはそれぞれのロープについて強度が表示されている。
主なポリアミド系のスタティックロープの強度は概ね 20～30kN 前後である。
しかしながら、これは製造時未使用の状態での強度であり、常にこのカタログ表示の引っ張り強度が得られるわけではない。
またノットを結んだり、ギアに装着したりすることでロープの強度は一定量損失される。
アドバンスド編では、チロリアンブリッジ等、数 kN の高荷重が生じる場合があり、高荷重がロープや支点を破断させる可能性が出てくる。
そのため、高荷重が想定される場合には、まず発生する荷重を大まかに計算する。
そして使用ロープの製造時強度、製造からの経年数や使用ノット、使用ギアを考慮して運用時のロープの残存強度を見積る。
必ず、ロープの残存強度が発生荷重を、余裕をもって上回っていることを確認してから運用すること。
主に以下の要因でロープ強度は失われる。

4-1 経年劣化

ロープの主材料であるポリアミド系繊維は経年劣化によって徐々に強度が低下していく。
全く使用しなくても製造からの年数に応じて強度が低下することが知られている。
一部のメーカーは、適切に保管し全く使用しなくても製造から 12 年で廃棄を指定している。
製造から 5 年でロープの残存強度は半減するとの見解もある。
純粋な経年劣化のみの進行速度は、ロープの保管環境によって左右されるため明確な数値が得られないが、様々な実験データを考え合わせると、適切に保管されて **10 年経過で 20%程度** の低下が妥当と思われる（著者・関 治　私見）。
強度低下が反比例的に進行すると仮定すると次の値となる。

製造から 経過した時間	残存強度
0	100%
1年	98%
2年	96%
3年	94%
4年	92%
5年	90%
6年	88%
7年	86%
8年	84%
9年	82%
10年	80%

4-2 使用頻度

使用頻度に従って強度が低下する。

耐久力テストでは**下降器 1000 回の使用で強度が半減**する。

対角抵抗能力は懸垂下降 5000m 使用で強度が半減する。

などの実験結果が得られている。

耐久力テストの値を使用回数と強度の反比例と仮定すると以下の値となる。

使用回数	0回	100回	200回	300回	400回	500回	600回	700回	800回	900回	1000回
残存強度	100%	95%	90%	85%	80%	75%	70%	65%	60%	55%	50%

（cave rescuer's manual）より

4-3 使用状況

ロープが岩角との擦れなどによって物理的に損傷している場合（毛羽立ち・ほつれ）は当然、損傷した断面積の分の強度を失う。

また、砂や泥、氷などが付着する環境でロープを使用した場合には、ロープの劣化が早くなり、残存強度が低下する。

これは定量的に見積もることができないので、該当する環境下で使用した履歴が多い場合には、さらなる安全率を見込む必要がある。

また**水を含んだ状態**で使用すると **15%程度の強度低下**が生じる。

4-4 ノット

ロープにノット（結び目）を作ると、そこでロープの強度が必ず一定量失われる。

ノットの種類によって損失率はそれぞれ異なる。

ノットの種類とそれぞれの残存強度の割合を次に示す。

ノット名	荷重方法	残存強度	出典
ダブルフィギュアエイトノット	主部一輪	55%	single rope techniques in japan 2
		65%	cave rescuer's manual
		70%程度	ロープメーカー各社
ラビットノット		65%	cave rescuer's manual
トリプルエイトノット		65%	cave rescuer's manual
バタフライノット	主部一輪	45%	single rope techniques in japan 2
	主部一主部	47%	single rope techniques in japan 2
		65%	消防科学研究所
ブーリン	主部一輪	50%	single rope techniques in japan 2
		66%	消防科学研究所
インクノット		50%	cave rescuer's manual
イタリアンヒッチ（ハーフヒッチ併用）		60%	cave rescuer's manual
ダブルフィッシャーマン	主部一主部	55%	single rope techniques in japan 2
		60%	cave rescuer's manual
オーバーハンドノット		65%	cave rescuer's manual
		46%	消防科学研究所
スクエアノット（本結び）		52%	消防科学研究所
テープベント	主部一主部	45%	single rope techniques in japan 2

4-5 ギア

金属系のギアでロープを固定した場合にもロープ強度は失われ、ギアの種類によってロープが破損する強度はそれぞれ異なる。

ギアによるロープの破断強度に関しては、ギアの種類・ロープの残存強度・ロープ径・ロープ素材・メーカー・編み方などによって多様に変化する。

したがって、ギアによるロープ破断強度は、ロープの残存強度に使用ギアの一定倍率を掛け合わせることで算出できるものではない。

次に破断実験の結果を示す。

ロープ諸元				ギア名		破断様式	破断強度（kN）	残存強度（kN）	破断強度/残存強度
メーカー	ロープ径（mm）	経年数（年）	使用回数（回）						
ベアール	10.5	0	30	アッセンダー	アセンション	シースが破断	5.2	28	18.57%
					マイクロトラクション	シースが破断	5.5	28	19.64%
					マイクロセンダー	破断せず5kNでスリップが続く		28	0.00%
					7mmコード　3ラッププルージック	スリップ後、プルージックコードが破断	8.1		
				ディッセンダー	STOP（ハードロックなし）	スリップ後、シースが破断	6	28	21.43%
					STOP（ハードロック）	シースが破断	8	28	28.57%
					グリグリ（ハードロックなし）	破断せず5kNでスリップが続く		28	
					グリグリ（ハードロック）	完全破断	10	28	35.71%
					シンプル（ハードロック）	シンプルが塑性変形（ロープは変状なし）	14	28	50.00%
エーデルリット	11	5	200	アッセンダー	アセンション	シースが破断	4	24.3	16.46%
					マイクロトラクション	シースが破断	4	24.3	16.46%
					マイクロセンダー	シースが破断	11.5	24.3	47.33%
					7mmコード　3ラッププルージック				
				ディッセンダー	STOP（ハードロックなし）	STOPが破断（ロープは半分切れかけ）	11	24.3	45.27%
					STOP（ハードロック）				
					グリグリ（ハードロックなし）				
					グリグリ（ハードロック）				
					シンプル（ハードロック）				
ベアール	8	5	500	アッセンダー	アセンション	シースが破断	2.5	11.5	21.74%
					マイクロトラクション	シースが破断	2.5	11.5	21.74%
					マイクロセンダー				
					7mmコード　3ラッププルージック				
				ディッセンダー	STOP（ハードロックなし）				
					STOP（ハードロック）				
					グリグリ（ハードロックなし）				
					グリグリ（ハードロック）				
					シンプル（ハードロック）				

実験結果から読み取れることは、

・**スパイク系ロープクランプ**は**2.5kN～5kN程度**の比較的小さな力でシースを食い破ってロープを破損させる。



・**偏心ボビン系ディッセンダー**は 10kN 程度強度が出る場合もあるが、場合によっては **6kN** でロープを破損させる。



・**φ7 ㎜のプルージックは 8kN** を見込むことができ、偏心ボビン型ディッセンダーに比べて高荷重時のメインディバイスに適している。

・ブースト先端部に用いるロープクランプは、2kN までであればスパイク系クランプを使用してもよいが、それ以上の荷重が生じるのであれば、非スパイクのグラブ系クランプを使用しなければならない。

・**発生荷重が 10kN** を超えると、ロープのみならずストップ、グリグリなどの**金属ギアも破断**の可能性がある。



問 1：メーカー公表強度 22kN、φ10 ㎜のロープを使用する。
ロープは製造から 4 年が経過している。
下降器 600 回使用履歴がある。
先端をブーリンで荷物に結束した。
雨が降っていてロープはびしょ濡れ。
プーリー+プルージック複合体をメインディバイスとしてホーリングを行う。
600kg のホーリングを行ってもよいか？

問 2：メーカー公表強度 30kN、φ11 ㎜のロープを使用する。
ロープは製造から 1 年が経過している。
下降器 300 回使用履歴がある。
先端をダブルフィギュアエイトノットで結束し、
プーリー＋アッセンダー複合体をメインディバイスとしてホーリングを行う。
200kg のホーリングを行ってもよいか？

問 3：メーカー公表強度 28kN、φ10.5 ㎜のロープを使用する。
ロープは製造から 10 年が経過している。
下降器 1000 回使用履歴がある。
先端をバタフライノットで結束し、
STOP をメインディバイスとしてホーリングを行う。
400kg のホーリングを行ってもよいか？

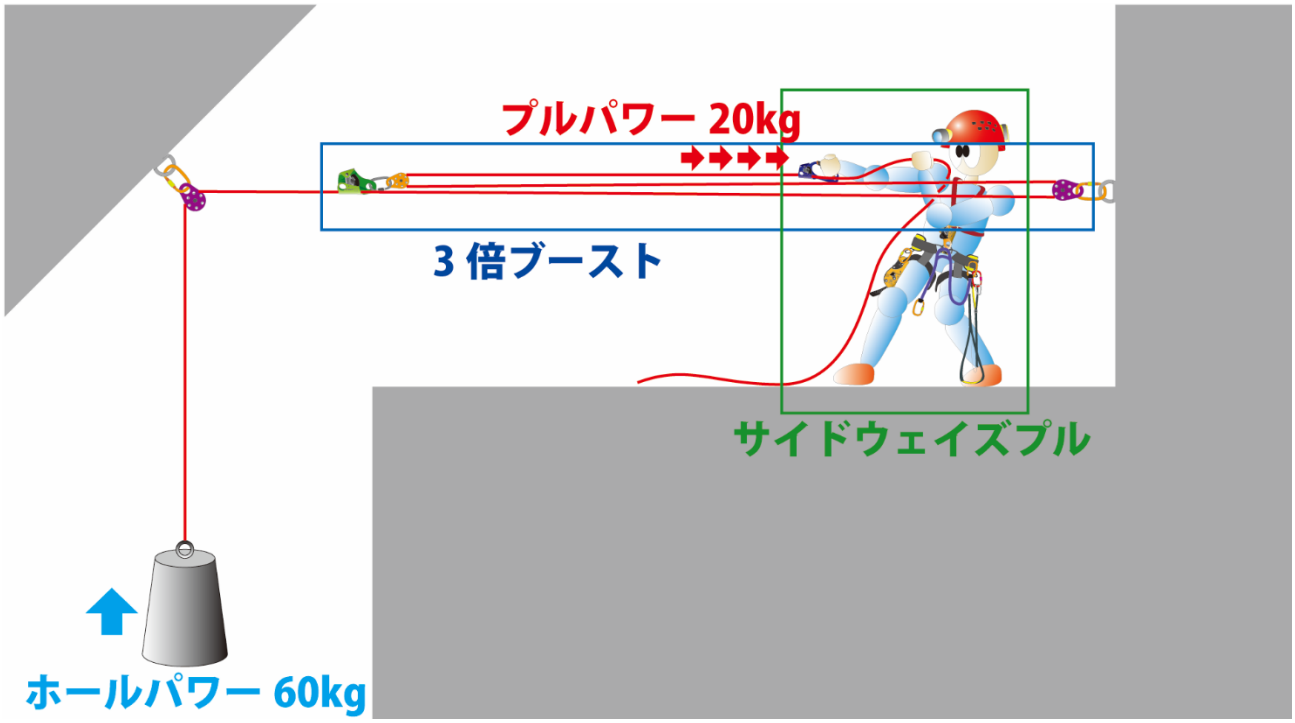
*プーリーの運用に関しては次の値を考慮すること。

プーリー	最大使用荷重	
	プーリー	ロープクランプ
プロトラクション	2.5kN×2＝5kN	2.5kN
マイクロトラクション	2.5kN×2＝5kN	2.5kN
パートナー	2.5kN×2＝5kN	
レスキュー	4kN×2＝8kN	
ミニ	2.5kN×2＝5kN	
ジェミニ	2×1.5kN×2＝6kN	
マインダー	4kN×2＝8kN	
ツイン	2×3kN×2	
フィックス	2.5kN×2＝5kN	

（PETZL プロフェッショナルカタログより）

5. ブースト（倍力）

展張したロープ上を移動するチロリアンブリッジを製作する際や、要救助者や重量物を引き上げる際のホーリング（引き上げ）システムを構築する際には、複数のプーリー（滑車）とアッセンダー、下降器を使ったブースト（倍力）システムが不可欠である。
プーリーを用いてロープを折り返せば、ロープを引く力を何倍にも増加させることができる。
便宜的にここでは、ロープを引く力を「プルパワー」、ブーストシステムを用いて最終的に作り出した力を「ホールパワー」と呼ぶ。
例えば 20kg のプルパワーで、2 倍ブーストシステムを構築すると、得られるホールパワーは 40kg。
3 倍ブーストを作るとホールパワーは 60kg となる。
（理論値としては倍数になるが、実際は滑車の摩擦やロープの伸びなどで力は減衰する。）



そのかわり、ブーストの倍数分の長さのロープを引かなくてはならない。
そのため、高倍率ブーストを作るとその分引かなくてはならないロープの長さが長くなる。
したがって、必要とされるホールパワーに達するよう、発生させることができるプルパワーに対して最小倍率のブーストシステムを構築することが望ましい。

5-1 プルスタイル（引き姿勢）とプルパワー（引き力）

ロープを引く際に発生させることのできる力（プルパワー）は、ロープを引く時の態勢やロープと体の接触様式（ロープを手で握るか、アッセンダーを使って握るかなど）によって大きく変化する。

ここではロープを引く際にはアッセンダーを使用するものとして、以下にそれぞれのプルスタイル（引き姿勢）と発生させることができるプルパワー（引き力）を示す。

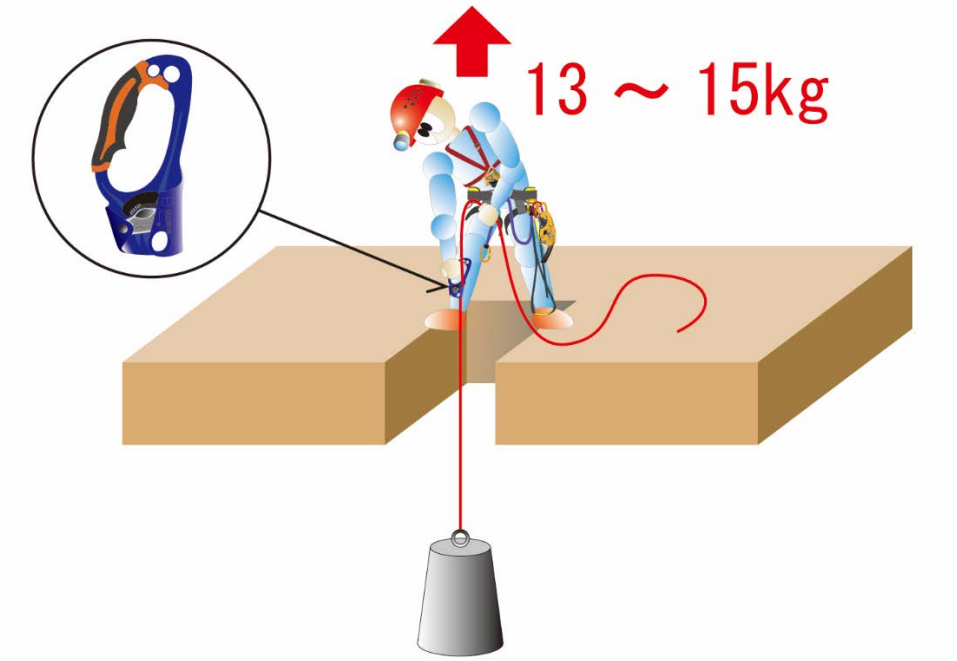
なお、プルパワーは長距離を無理なく安定して引き続けることができる力とする。

・アップワードプル（Upward Pull）

上方向への引き。

プルパワーは 13kg～15kg 程度。

ハンドアッセンダーを使用。

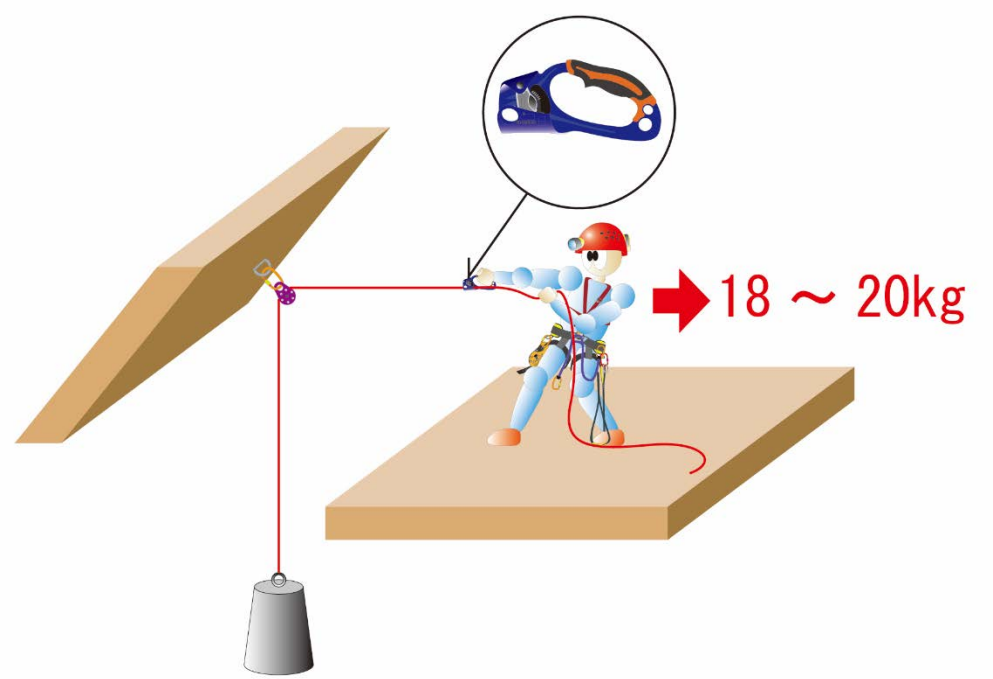


・サイドウェイズプル（Sideways Pull）

横方向への引き。

プルパワーは 18kg～20kg 程度。

ハンドアッセンダーを使用。

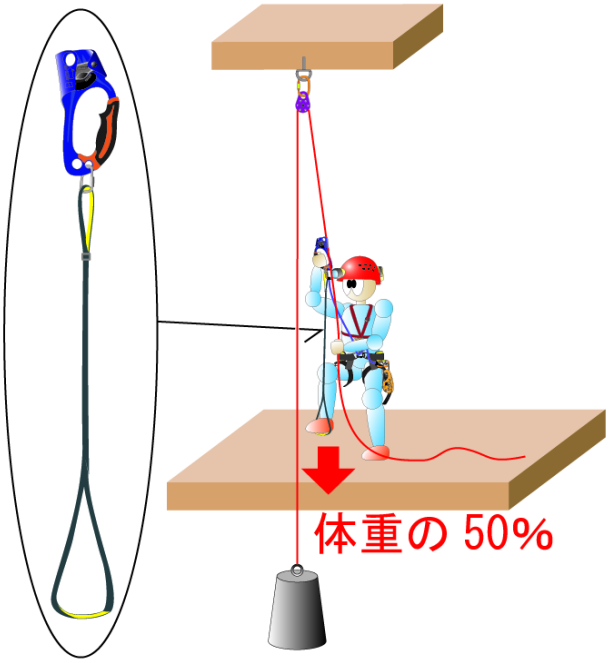


・ダウンプル（Down Pull）

下方向への引き。

プルパワーは体重の 50%程度。

ハンドアッセンダーとフットループを使用。

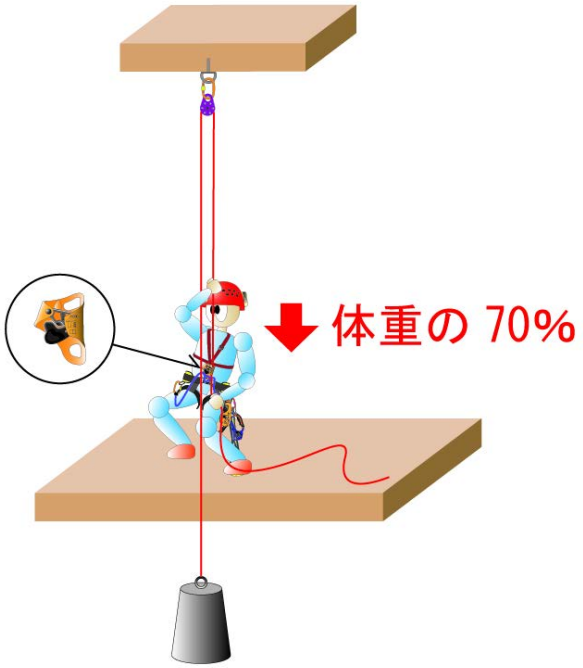


・**カウンタープル（Counter Pull）**

自分の体重を利用した引き。

プルパワーは体重の 70%程度。

チェストアッセンダーを使用。

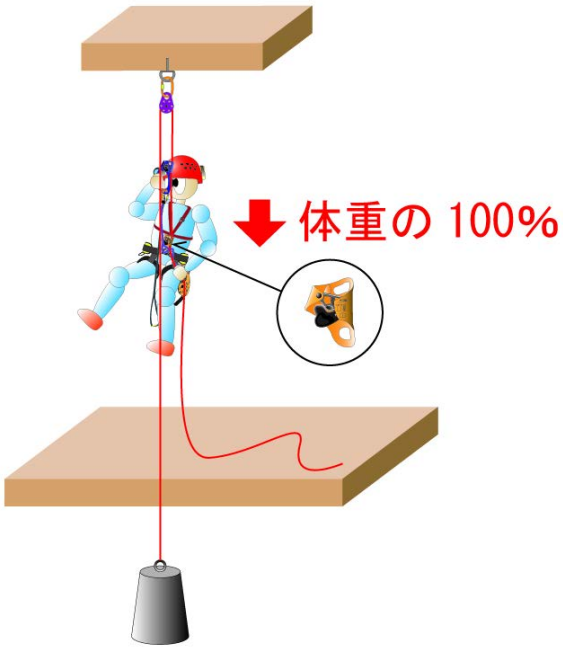


・**カウンターバランス（Counter Balance）**

荷物と自分の体重が平衡な状態。

プルパワーは体重の 100%程度。

チェストアッセンダーを使用。

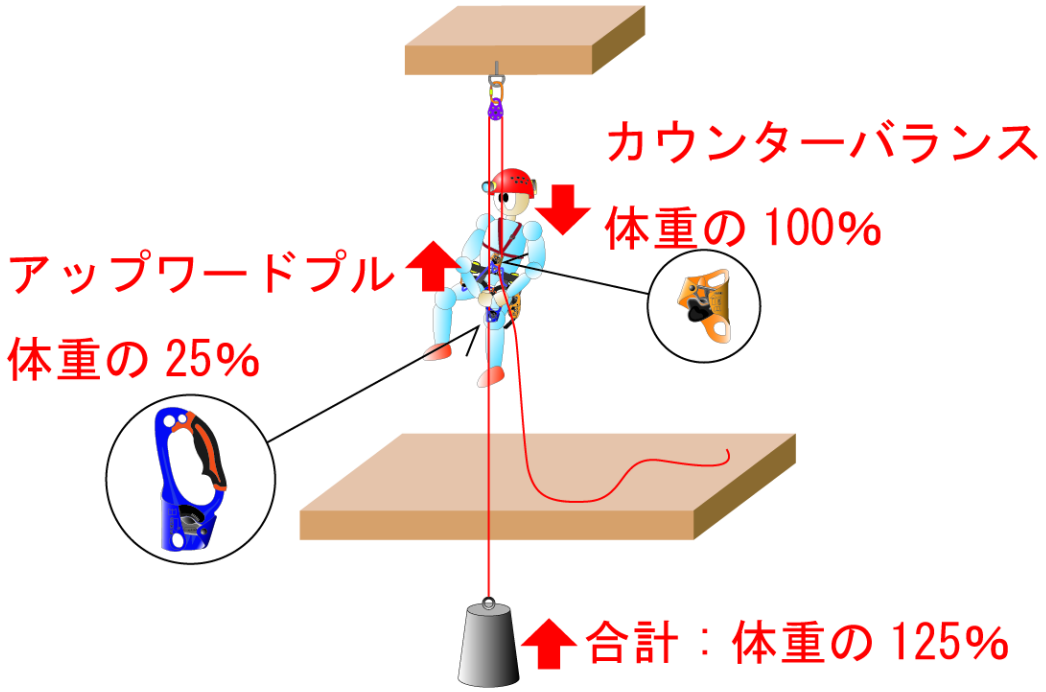


・カウンターバランス+アップワードプル（Counter Balance + Upward Pull）

カウンターバランスをかけつつ、ロープを引き上げる。

プルパワーは体重の 125%。

チェストアッセンダーを上向きに、ハンドアッセンダーを下向きに使用。



以下にプルスタイルとプルパワーの一覧を示す。

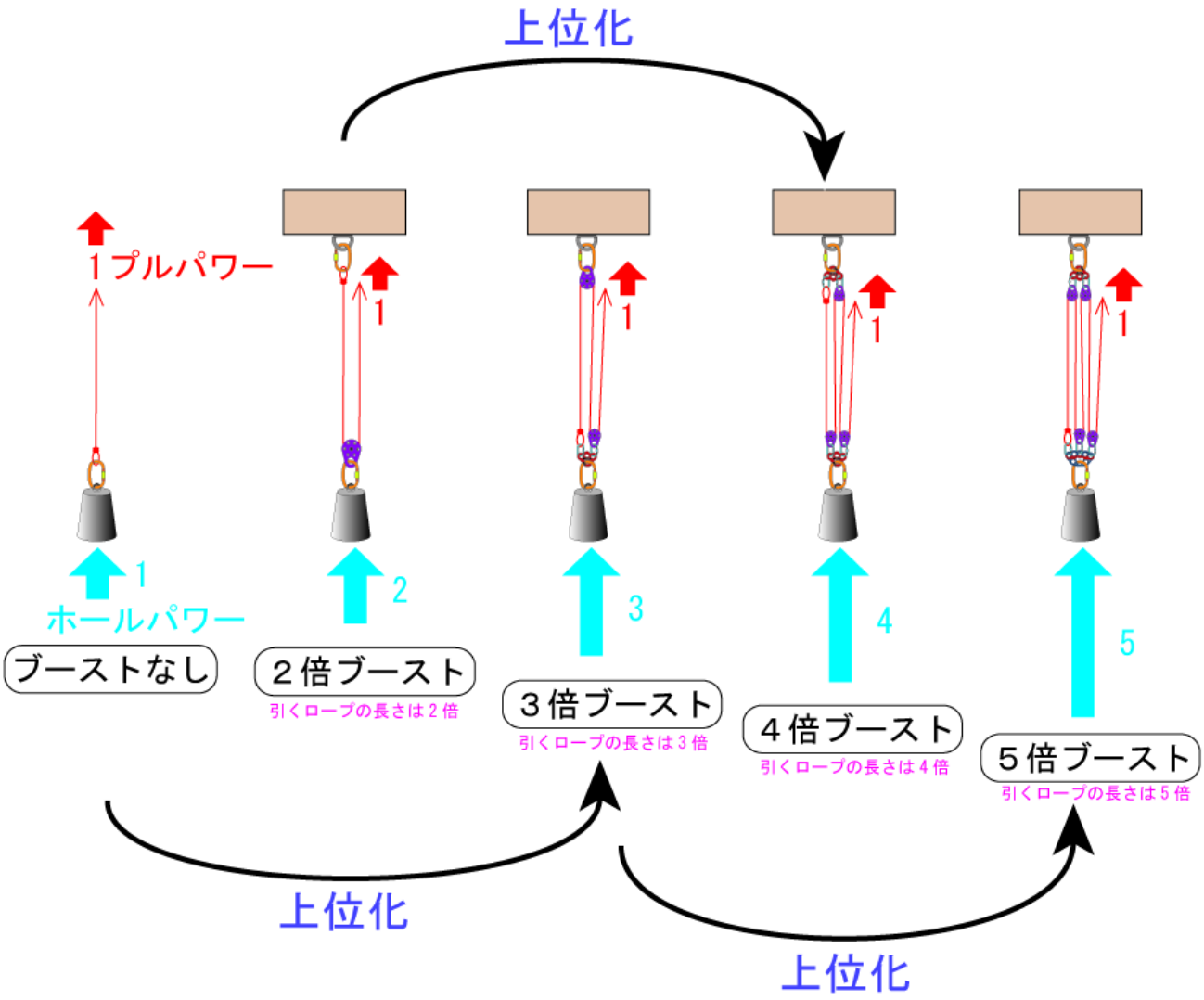
プルスタイル	アップワードプル	サイドウェイズプル	ダウンプル	カウンタープル	カウンターバランス	カウンターバランス+アップワードプル
プルパワー	13kg～15kg	18kg～20kg	体重の50%	体重の70%	体重の100%	体重の125%

以上の結果から、効果的にプルパワーを発生させるためには体重を利用したカウンターバランスが有効であることがわかる。

上方に定滑車の支点が取れるのであればカウンタープルやカウンターバランスを積極的に取り入れる。

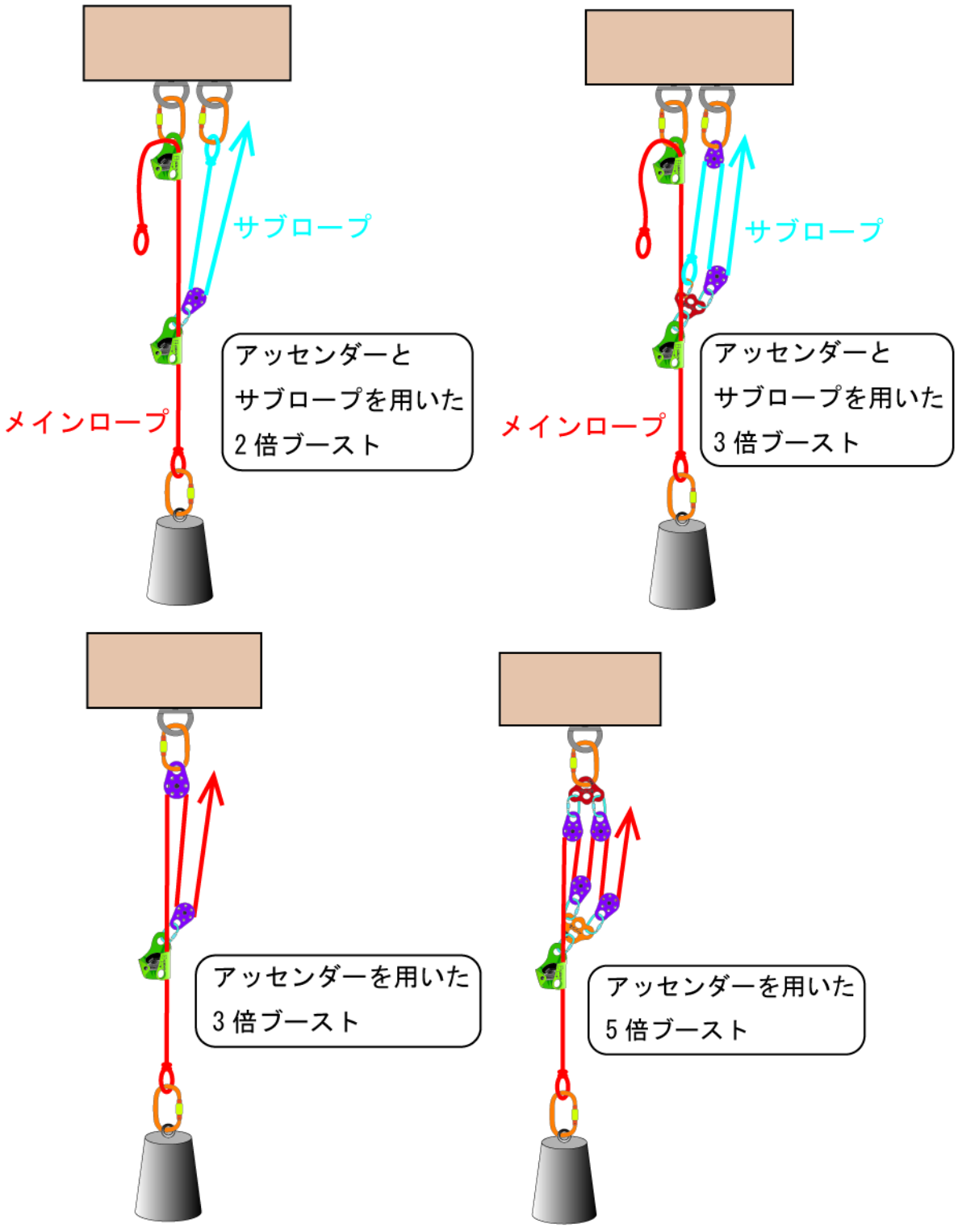
5-2 ブースト（倍力）の基本

プーリーでロープを折り返すことで、プルパワーを任意の倍率に増加させることができる。
なお、ブーストの倍数と引くロープの長さは比例する。
そのため、ロープを何度も折り返して力強いブーストを作ると、その分長いロープを引かなくてはならない。
次に模式図を示す。



ブーストのロープ配置は、奇数倍系と偶数倍系に大別される。
2倍ブーストをさらに2回折り返すと4倍ブーストに、3倍ブーストをさらに2回折り返すと5倍ブーストになる。これをブーストの上位化と呼ぶ。
また、サブロープやアッセンダーを併用することで、メインロープの長さを節約することができる。

アッセンダー・サブロープを使用したブースト製作例



5-3 ブーストの数え方

ブースト構築の際、アッセンダーを使用すると倍数の数え方が複雑になるので、以下のように考えて数える。

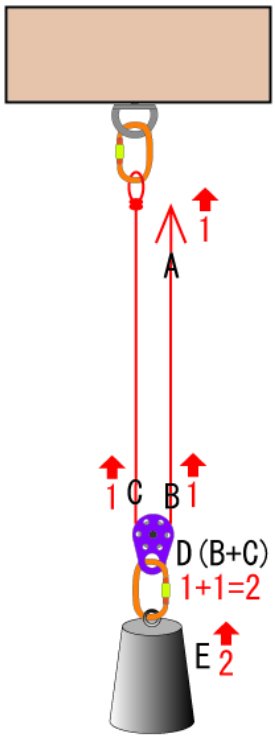
＊（プーリーの摩擦は無視する。動滑車でのロープの開き角は 0° とする。）

①プーリーで折り返した反対側のロープには引き手側と同じ力が反映される。

②プーリーには引き手側ロープと反対側ロープの合計の力が生じる。

③アッセンダーがロープに噛みついた部分ではアッセンダーにかかっている力とロープにかかっている力が合計される。

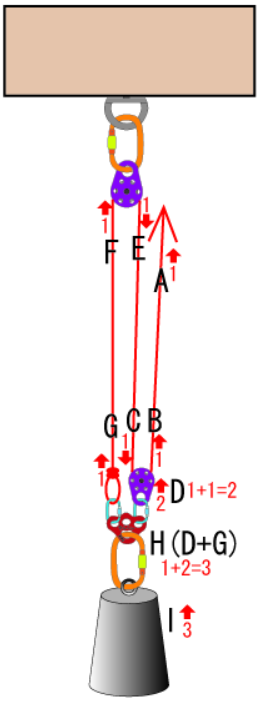
ブースト倍数計算例 1



A. ロープを 1 の力で引く
B. ロープには A と同じ (1) の力がかかっている。
C. プーリーの反対側ロープにも
引き手側ロープ B と同じ力 (1) が跳ね返る。
D. プーリーには引き手側の力 B(1) と
反対側の力 C(1) の合計の力 2 が生じる。
E. 合計の力 2 のホールパワーが生じる。

2 倍ブースト

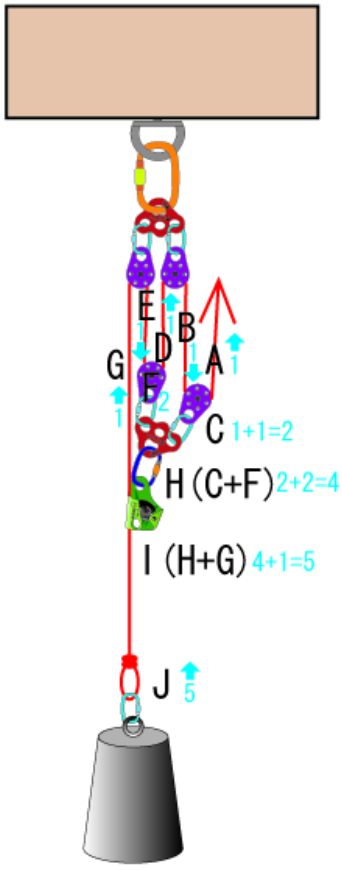
ブースト倍数計算例 2



A. ロープを 1 の力で引く
B. ロープには A と同じ 1 の力がかかっている。
C. プーリーの反対側ロープにも
　引き手側ロープ B と同じ力 1 が跳ね返る。
D. プーリーには引き手側の力 B(1) と
　反対側の力 C(1) の合計の力 2 が生じる。
E. ロープには C と同じ 1 の力がかかっている。
F. プーリーの反対側ロープにも
　引き手側ロープと同じ力 E(1) が跳ね返る。
G. ロープには F と同じ 1 の力がかかっている。
H. D の力 (2) と G の力 (1) の合計の力 3 が生じる。
I. 合計の力 3 のホールパワーが生じる。

3 倍ブースト

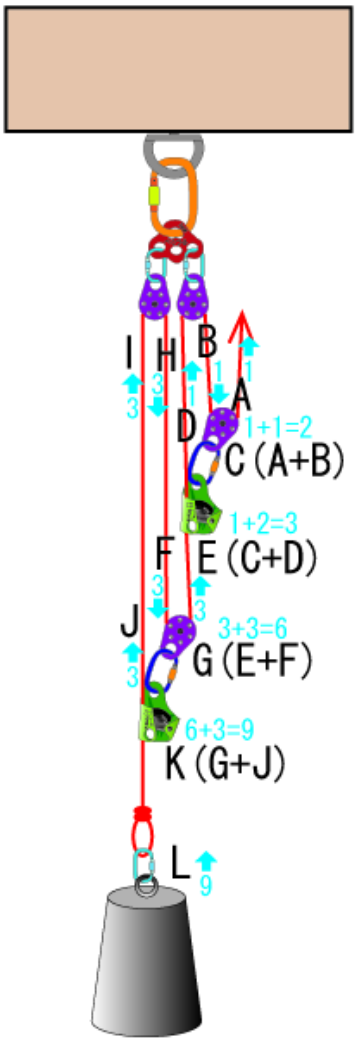
ブースト倍数計算例 3



A. ロープを 1 の力で引く
B. プーリーの反対側ロープにも
　引き手側ロープと同じ力 1 が跳ね返る。
C. プーリーには引き手側の力 A(1) と
　反対側の力 B(1) の合計の力 (2) が生じる。
D. プーリーの反対側ロープにも
　引き手側ロープ B と同じ力 1 が跳ね返る。
E. プーリーの反対側ロープにも
　引き手側ロープ D と同じ力 1 が跳ね返る。
F. プーリーには引き手側の力 D(1) と
　反対側の力 E (1) の合計の力 (2) が生じる。
G. プーリーの反対側ロープにも
　引き手側ロープ E と同じ力 1 が跳ね返る。
H. C の力 (2) と F の力 (2) の合計の力 (4) が生じる。
I. アッセンダーにかかる力 H(4) と
　ロープにかかる力 G(1) の合計の力 (5) が生じる。
J. 合計の力 5 のホールパワーが生じる。

5 倍ブースト

ブースト倍数計算例 4



A. ロープを 1 の力で引く
B. プーリーの反対側ロープにも
引き手側ロープと同じ力 1 が跳ね返る。
C. プーリーには引き手側の力 A(1) と
反対側の力 B(1) の合計の力 (2) が生じる。
D. プーリーの反対側ロープにも
引き手側ロープ B と同じ力 1 が跳ね返る。
E. アッセンダーにかかる力 C(2) と
ロープにかかる力 D(1) の合計の力 (3) が生じる。
F. プーリーの反対側ロープにも
引き手側ロープ E と同じ力 3 が跳ね返る。
G. プーリーには引き手側の力 E(3) と
反対側の力 F(3) の合計の力 (6) が生じる。
H. ロープには F と同じ 3 の力がかかっている。
I. プーリーの反対側ロープにも
引き手側ロープと同じ力 H(3) が跳ね返る。
J. ロープには I と同じ 3 の力がかかっている。
K. アッセンダーにかかる力 G(6) と
ロープにかかる力 J(3) の合計の力 (9) が生じる。
L. 合計の力 9 のホールパワーが生じる。

9 倍ブースト

5-4 プーリーの運用荷重

各々のプーリーにはメーカーによる最大使用荷重が設定されており、当然運用はこの値以内で行わなければならない。

プーリー	最大使用荷重	
	プーリー	ロープクランプ
プロトラクション	2.5kN×2＝5kN	2.5kN
マイクロトラクション	2.5kN×2＝5kN	2.5kN
パートナー	2.5kN×2＝5kN	
レスキュー	4kN×2＝8kN	
ミニ	2.5kN×2＝5kN	
ジェミニ	2×1.5kN×2＝6kN	
マインダー	4kN×2＝8kN	
ツイン	2×3kN×2	
フィックス	2.5kN×2＝5kN	

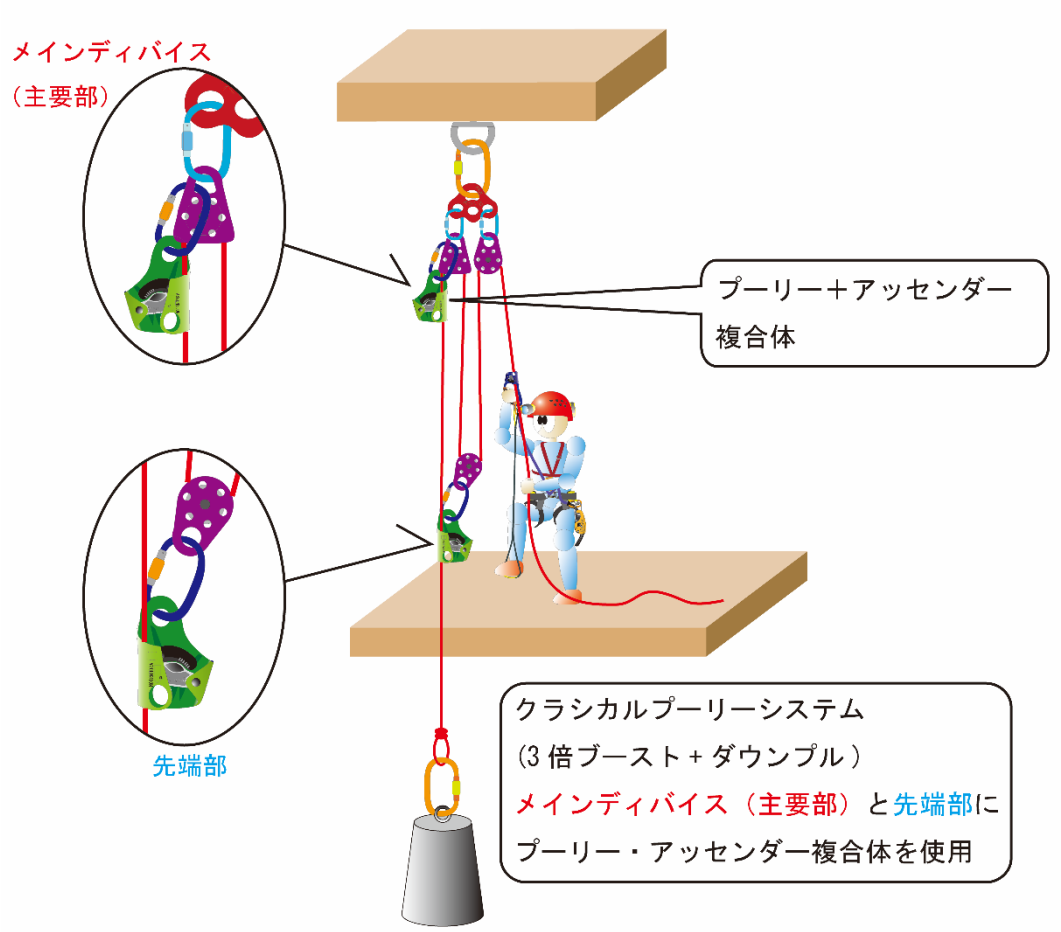
（PETZL プロフェッショナルカタログより）

5-5 実際のブーストシステム

実際にブーストを運用する際には、メインディバイスに、プーリーとロープクランプもしくはプルージックを組み合わせてブレーキ機能を付帯させたものを使用する。
またブレーキ機能だけでなく、ロワーリング（吊り下ろし）への変換を容易にするために、ボビン系のディッセンダー（グリグリ・ストップ・リグ）を組み込んだりする。
さらにブースト先端部にプーリー＋アッセンダー複合体（アッセンブリ）を組み込んで消費ロープを節約する。
それらの組み合わせで、膨大な種類のブーストシステムが考えられるが、実際のブーストシステムではロープ配置の簡易性と操作性から、3 倍ブーストの引き方向を定滑車で変更した**「クラシカルプーリーシステム」**を多用する。
注）ブースト運用時には高荷重が生じるため必ず各所で残存ロープ強度と発生荷重の比較を行うこと。

ブーストのメインディバイス（主要部）について

・プーリー+アッセンダー複合体を組み込んだ場合



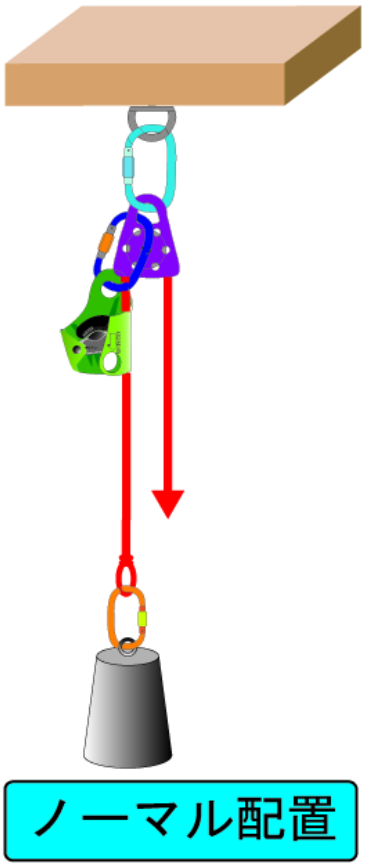
プーリーとアッセンダーを組み合わせて、主に重量物の荷揚げ、要救助者の引き上げ時にメインディバイスとして用いる。
アッセンダーがブレーキ機能を果たし、引き上げたロープを捕まえる。

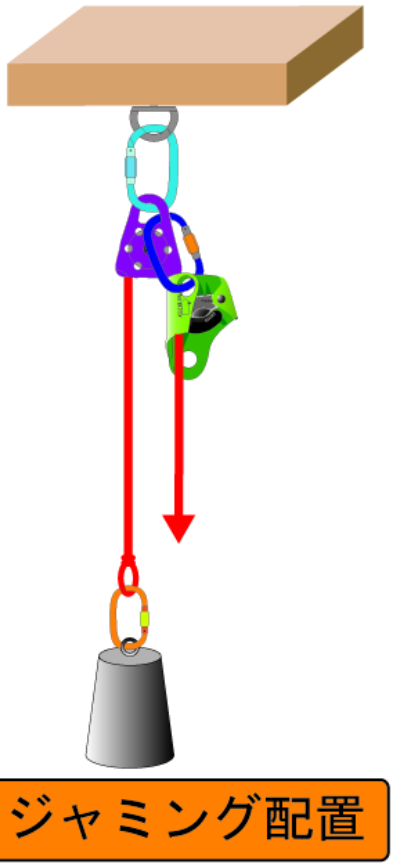
当然ながら、アッセンダーのスパイクカムがロープを食い破る破断荷重（2.5kN～5kN 程度）やロープ残存強度を超える重量のホーリング（引き上げ）はしてはならない。





プーリー+アッセンダー複合体をメインディバイスとして使用する場合、プーリーとアッセンダーの配置には、ノーマル配置とジャミング配置の二通りがある。



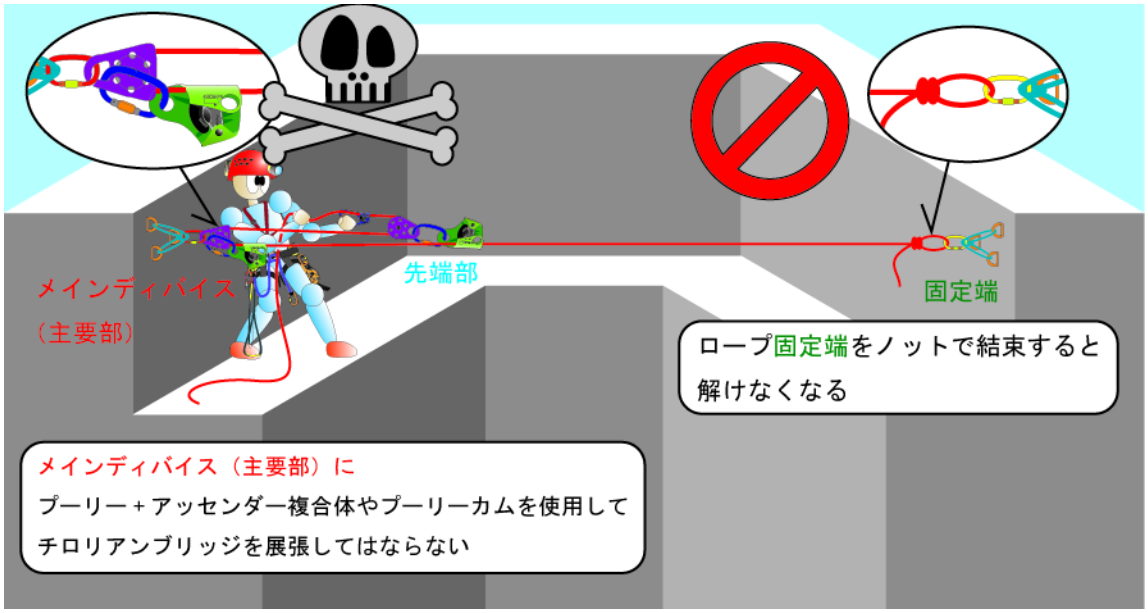


プーリーの形とアッセンダーの形と配置種類によって多数の組み合わせが考えられるが、ギア同士の相性によって、そのうちいくつかはトラブルが発生しやすいため組み合わせてはならない。

以下にプーリー・アッセンダー複合体をメインディバイスとして構築した際の主なギア・配置の使用可否を示す。

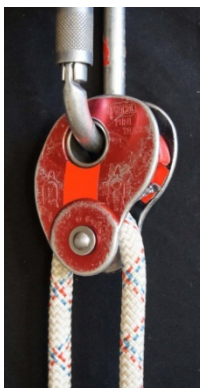
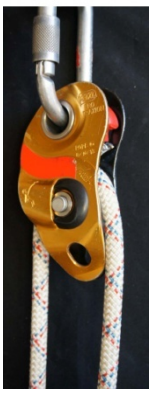
	フィックス 		ミニ 		レスキュー 	
ベーシック 	ノーマル配置 	ジャミング配置 	ノーマル配置 	ジャミング配置 	ノーマル配置 	ジャミング配置 
アッセンション 	ノーマル配置 	ジャミング配置 	ノーマル配置 	ジャミング配置 	ノーマル配置 	ジャミング配置 
新型ベーシック 	ノーマル配置 	ジャミング配置 	ノーマル配置 	ジャミング配置 	ノーマル配置 	ジャミング配置 
クロール 	ノーマル配置 	ジャミング配置 	ノーマル配置 	ジャミング配置 	ノーマル配置 	ジャミング配置 

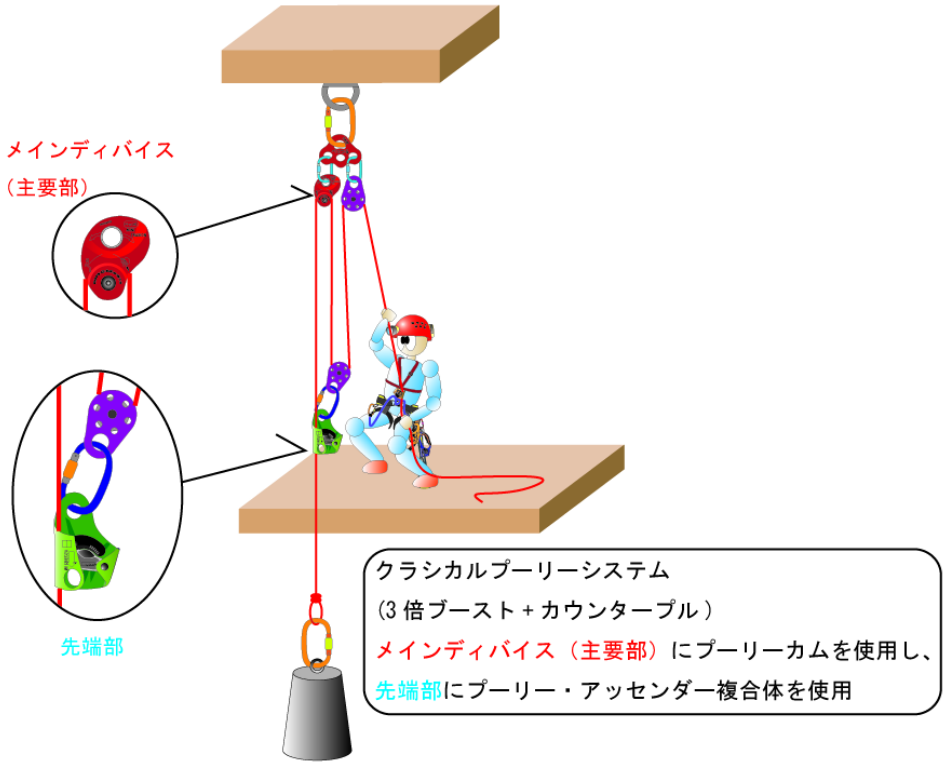
新型ベーシックはノーマル配置の際ボトムホールが大きいのがあだとなり、除荷重時にカラビナ凸部に引っかかりやすい。ジャミング配置の際にもトップホールのプレートが一枚になったことでカラビナの長軸からずれやすい傾向にある。
クロールではいずれのプーリーでもジャミング配置では使用できない。
発生荷重が 2kN 以下であってもプーリー＋アッセンダー複合体は、長時間同一点に高荷重が生じるチロリアンブリッジの展張のメインディバイスには使用してはならない。



・プーリーカムを組み込んだ場合

ホーリング（引き上げ）のメインディバイスとして用いる。
プーリー+アッセンダー複合体と同様の効果が得られる。

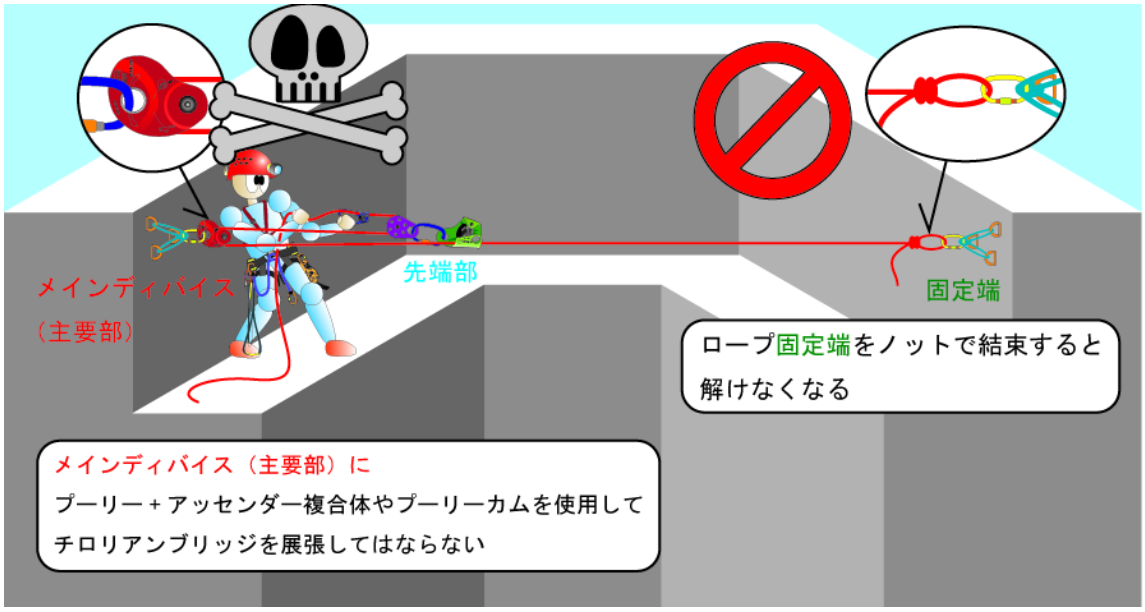






プーリーカムを先端部に使用する場合は、複合体としては使用できないので、
アッセンダーかプーリーどちらか一方として使用する。



そして、アッセンダーやトラクションのスパイクカムは 2.5～5kN 程度の力でロープを破損させる可能性がある（使用するロープの残存強度にも影響される）。
そのため運用荷重は、カムやロープの残存強度との慎重な比較が必要である。
また、発生荷重が 2kN 以下であってもプーリーカムは、長時間同一点に高荷重が生じるチロリアンブリッジの展張のメインディバイスには使用してはならない。



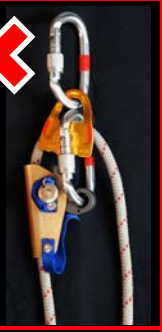
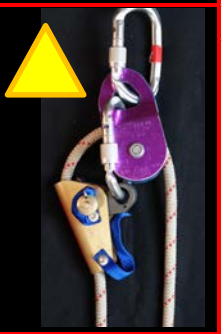
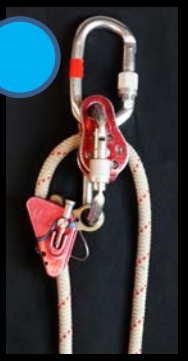
・プーリー＋ギブス系クランプ（ギブス・マイクロセンダー）を組み込んだ場合

プーリーとギブス系クランプを組み合わせて、主にホーリング（重量物・要救助者の引き上げ）の際のメインディバイスとして用いる。

クランプがブレーキ機能を果たし、引き上げたロープを捕まえる。

当然ながら、クランプの運用荷重（4kN 程度）やロープ残存強度を超える重量のホーリング（引き上げ）はしてはならない。

クランプとプーリーの組み合わせによって、ロープクランプが機能しなかったり、リリースがしにくかったりするので、注意が必要。

	フィックス	ミニ	レスキュー
			
ギブス 			
	OK	カムがロープを捕獲しない	リリースできない
マイクロセンダー 			
	OK	カムがロープを捕獲しない	リリースできない

このシステムのデメリットとして、

① ロープへの取り付け・取り外しが煩雑

② ロープの捕獲時に、やや戻りが生じるためその分ロスが発生する。

メリットとしては、

① スパイク系アッセンダーに比べてより高い強度が見込める。

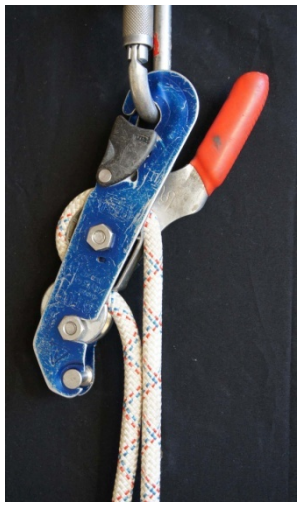
② カムのリリースが容易で、リテンションするとすぐにロワーダウンすることができる。

③ 偏心ボビン系下降器でロワーリングが対応できない荷重（2kN 以上）でのロワーリングを行うことができる。

チロリアンブリッジのメインディバイスとして使用してもよいが、ギブス系クランプの最大運用荷重 4kN 程度なので、チロリアンブリッジの総合荷重がこれを超えない場合に限る。

・偏心ボビン系ディッセンダー（グリグリ・ストップ・リグ）を組み込んだ場合

ホーリング（引き上げ）の際に、メインディバイス（主要部）として使用できる。
メリットとしては、メインディバイス（主要部）がディッセンダーなので、すぐにホーリング（引き上げ）からロワーリング（吊り降ろし）に切り替えることができる。
デメリットとしては、ディッセンダーはプーリーと違いボビンが固定されているので、その分摩擦が大きくなりホールパワーのロスが生じる。
（「5-6 効率的なホールパワー（合計引き上げ力）の引き出し方」参照）


耐荷重について、偏心ボビン系ディッセンダーは 2kN を超えると解除レバーが引けなくなり、荷重解除やロワーリングができなくなる。
2kN を超えて使用しても構わないが、レバーによる解除ができないので、わざわざプーリー効率の悪いボビン系下降器を使うメリットがない。
また、ボビンの偏心部分で挟まれた部分が弱点となり、6kN 程度でロープが破断することがある。

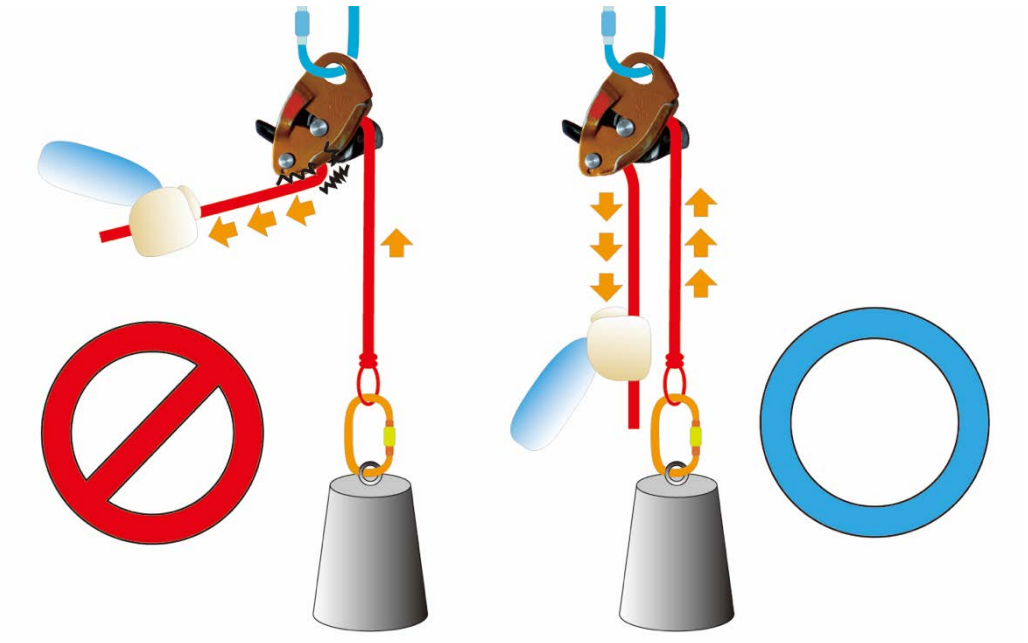


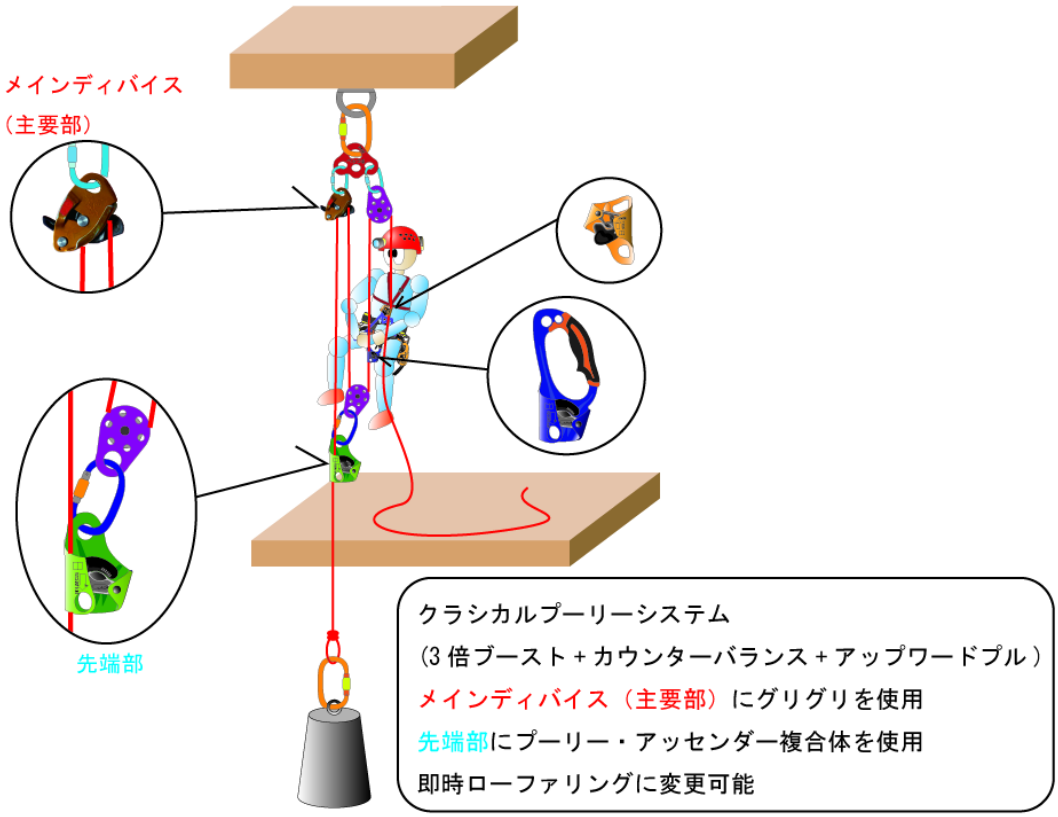
もしそれ以上の荷重が生じるならばメインディバイスはプーリー+プルージック複合体を採用するべきである。

ロープによっては、10kN 程度は切れないものもあるが、**10kN を超えるとギア自体が塑性変形したり破断**したりする可能性がある。



また、ディッセンダーを挟むロープの角度が大きくなった場合には摩擦が飛躍的に大きくなりホールパワーのロスが生じる。
必ず 0 度で折り返すこと。





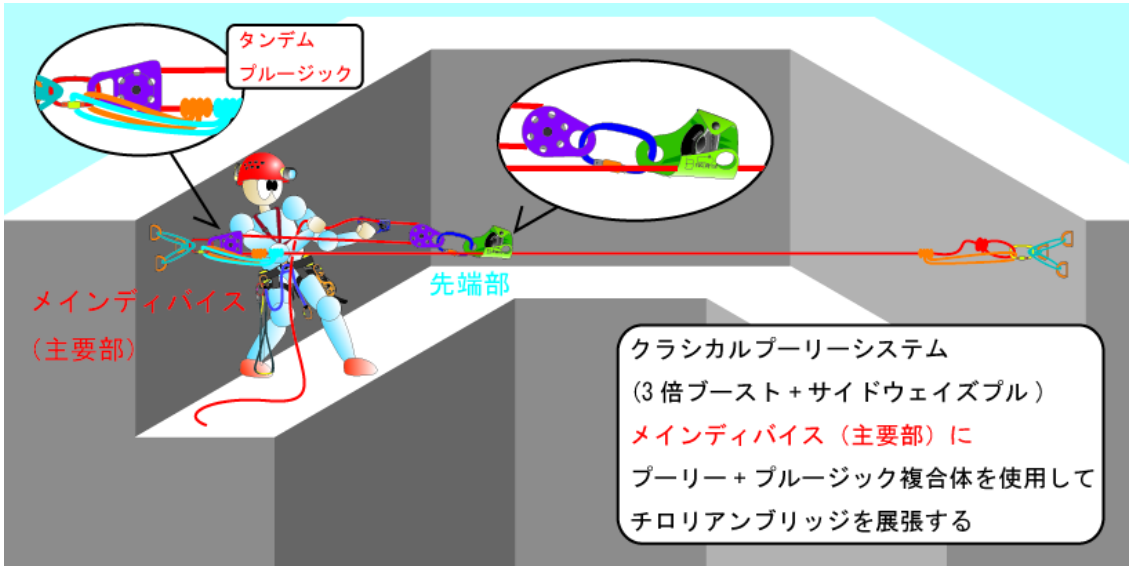
偏心ボビン系ディッセンダーはホーリング～ロワーリング間の切り替えが頻繁にあるようなホーリングシステムのメインディバイスに適している。

・プーリー+プルージック複合体を組み込んだ場合

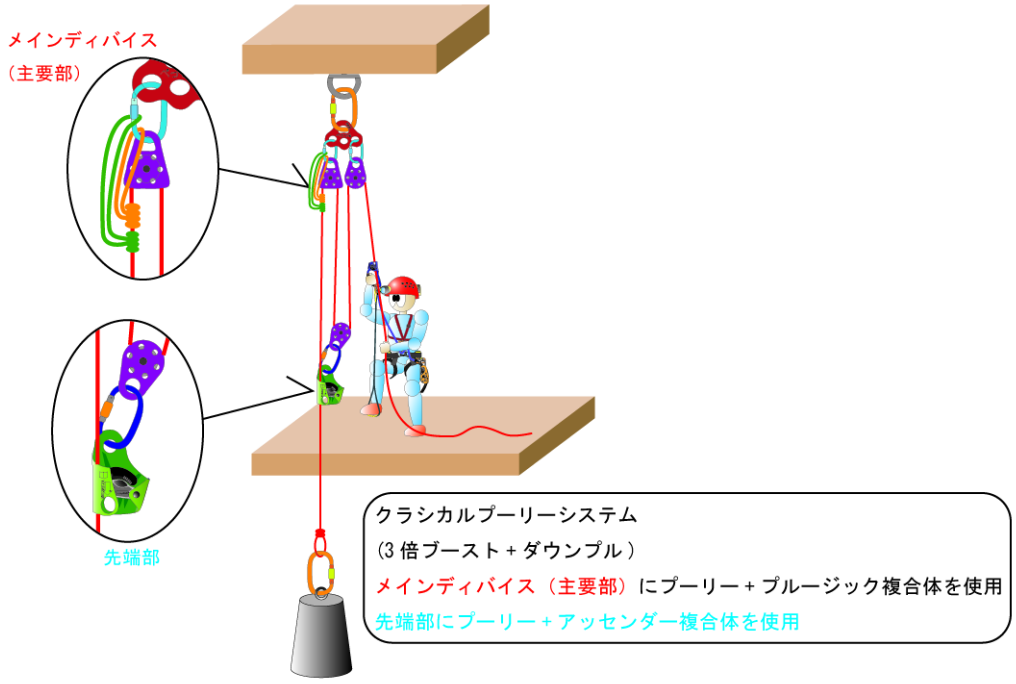
φ=7～8㎜のプルージックコードとプルージックマインドプーリーを使用する。
メインディバイスではプルージックコードを長短 2 本使用したタンデムプルージックとし、二重の安全対策を施す。



7 ㎜プルージックコードは 8kN、8㎜ のプルージックコードは 12kN 程度の強度を見込むことができる
そのため主にチロリアンブリッジの展張など、高負荷が生じる箇所でメインディバイスとして使用する。

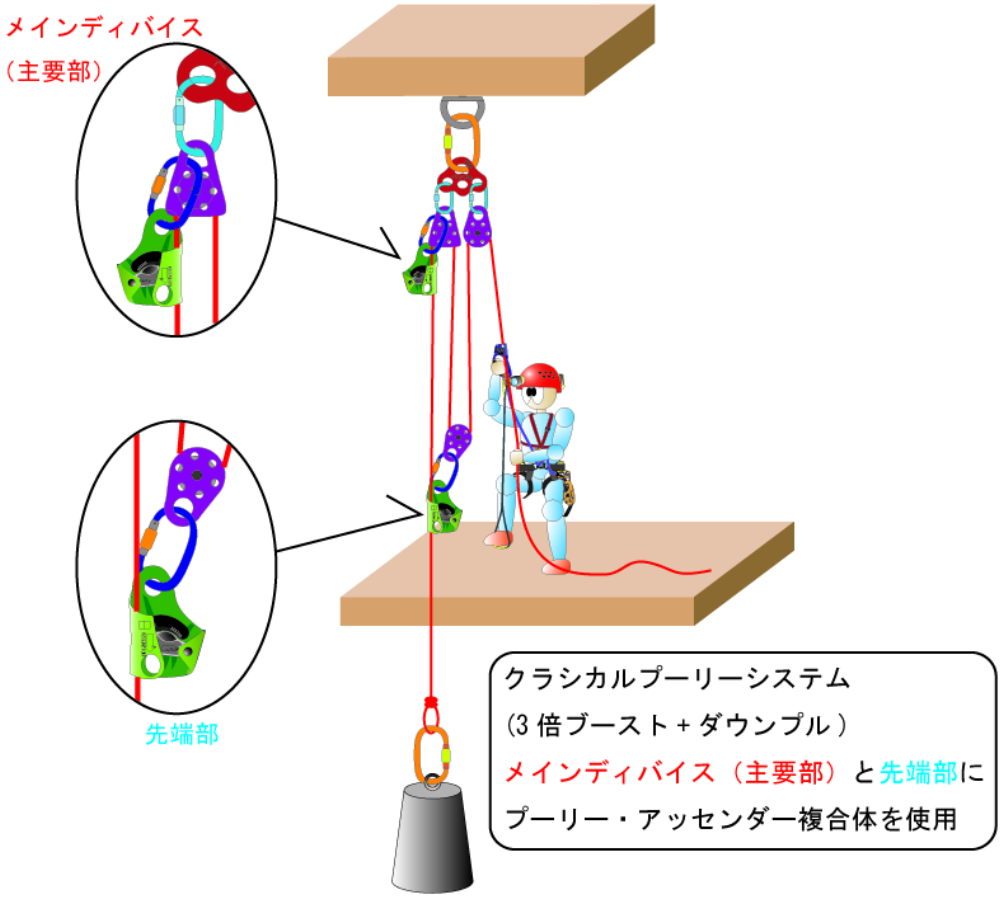


またホーリングの際には、メインディバイスに高効率プーリーを採用することができるので、頻繁なロワーダウンの必要がないのであれば、カムが使えないような重量物のホーリングに適する。
その際にはプーリーの最大運用荷重も考慮して然るべきプーリーを採用する。
（「5-4 プーリーの運用荷重」参照）
欠点としては、プルージックがブレーキとして機能する際に多少のタイムラグと戻りがあり、またロワーダウン（吊り降ろし）する際には、プルージックのリリースがしにくい。



ブースト先端部のロープクランプについて

ブースト先端部には、プーリーとロープクランプの複合体を設置（クラシカルプーリーシステムの場合）し、消費ロープを節約する。



その際、先端部のアッセンダーにかかる荷重の大きさに応じて使用するクランプを選択しなくてはならない。

スパイク系アッセンダーやトラクションのスパイクカムは 2.5～5kN 程度の力でロープを破損させる可能性がある。



先端部のロープクランプにかかる力を見積もり、2kN 以下であればいずれのロープクランプでも構わないが、2kN を超える場合はスパイク系アッセンダーは使ってはならない。
さらに 4kN 以上になる場合にはギブス系クランプも使用不可となり、プルージックを使用すること。

耐荷重KN / 先端捕獲部		M＜2	2＜M＜4	4＜M＜8
スパイクカム		○	×	×
ギブス系クランプ		○	○	×
プルージック		○	○	○

5-6 効率的なホールパワー（合計引き上げ力）の引き出し方

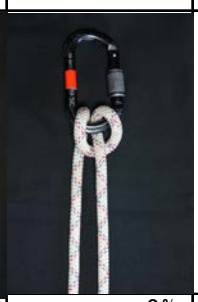
理論的にはプルパワーのブーストの倍数分のホールパワーが得られる。

しかし、実際はプーリーやディッセンダーの摩擦やロープの伸び、ロープ同士の擦過などで力は減衰する。

そのため、効率よくホールパワーを得るためには、まずできるだけプーリー効率*の高いプーリーを使用するべきである。

*プーリー効率（プーリーが返すことのできる力の割合。数字が大きいほどロスのない滑らかなプーリーであることを示す。）

以下にプーリー効率の試験結果一覧を示す。

プーリー名	単管パイプ φ=48.5mm	カラビナ	カラビナ2枚	カラビナ3枚	カラビナ4枚	リボルバー
						
プーリー効率	55%	48%	44%	42%	40%	52%
プーリー名	フィックス	ミニ	レスキュー	ミニトラクション	プロトラクション	グリグリ
						
プーリー効率	75%（71%）	81%（91%）	90%（95%）	69%（71%）	83%（95%）	42%
プーリー名	ストップ { バーなし }	ストップ { バーあり }	リグ	イタリアンヒッチ		
						
プーリー効率	34%	26%	27%	8%		

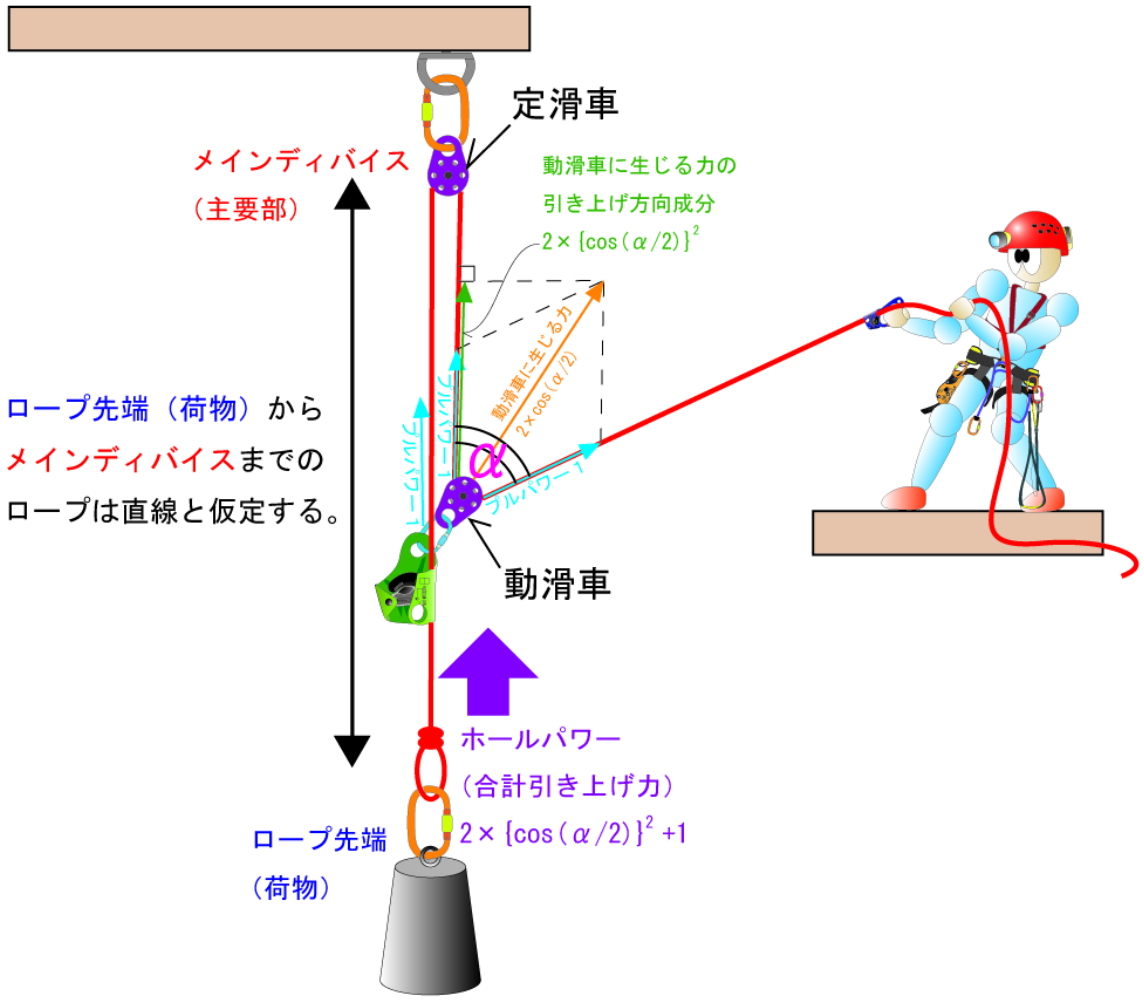
特にディッセンダーを組み込むとホールパワーは大きく減衰するので、頻繁なロワーダウンや高い強度が必要かどうかをよく検討し導入する。

前述のとおり、チロリアンブリッジなどロープを展張する際には高い負荷がかかるので、アッセンダーやプーリーカムなどスパイクカムのギアを使用してはならない。
必ずプーリー+プルージック集合体やボビン系ディッセンダー、テンションレスヒッチを使用する。
またロープの折り返し個所ではロープが交差しないように配置しなくてはならない。





さらに、ブーストシステム内の動滑車を挟むロープの角度（α）が大きくなるにつれてホールパワーが減衰する。



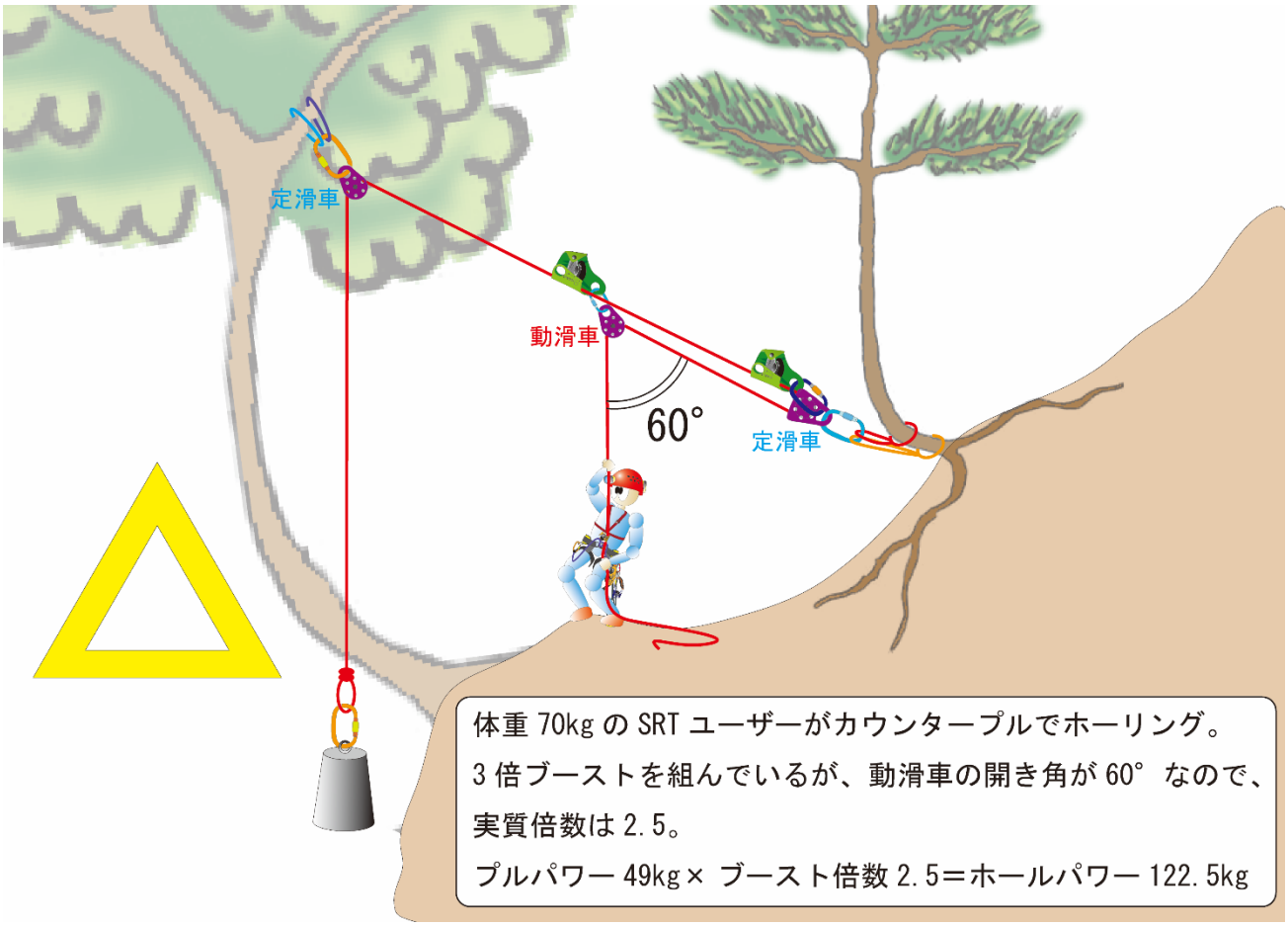
ロープを１の力で引いて（プルパワー＝1）、
動滑車を挟むロープの開き角がαの場合、
動滑車に生じる力は $2\times\cos(\alpha/2)$ となる。
動滑車に生じた力のうち、引き上げ方向の力は $2\times\{\cos(\alpha/2)\}^2$ となる。
これがアッセンダーに伝わり、ロープにかかっている力プルパワー＝1 とあわせて、
ホールパワー（合計引き上げ力）は $2\times\{\cos(\alpha/2)\}^2+1$ となる。

そのため動滑車を挟むロープの開き角は可能な限り小さく構築する。
以下に動滑車を挟むロープの開き角（α）とホールパワーの関係を示す。
ロープ先端（荷物）からメインディバイスまでのロープは直線と仮定し、プーリーの摩擦は無視するものとする。

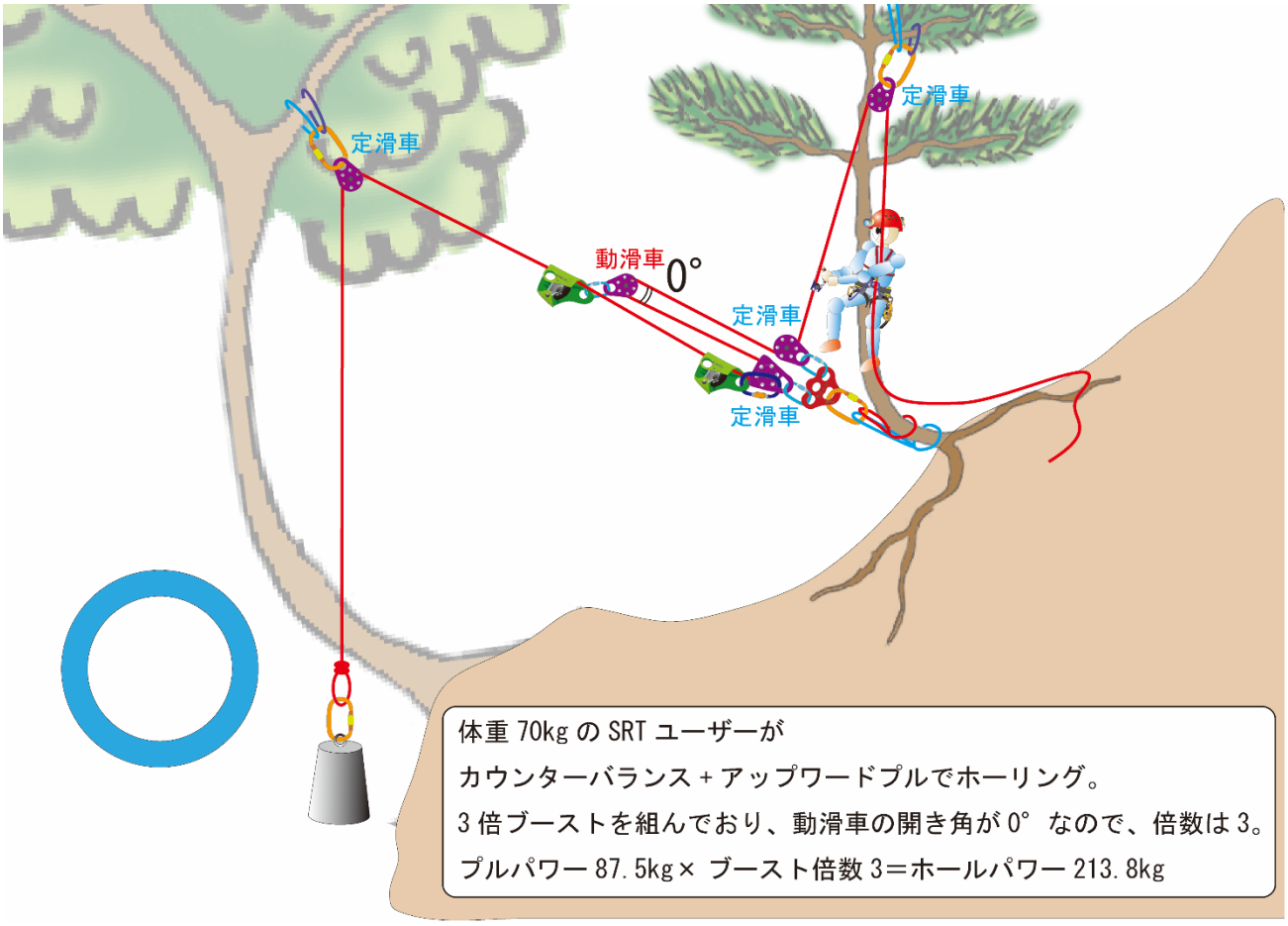
動滑車をはさむ ロープの開き角(α)	動滑車に生じる力	動滑車に生じる力の 引き上げ方向成分	ホールパワー (合計引き上げ力)
0	2	2	3
20	1.969615506	1.939692621	2.939692621
40	1.879385242	1.766044443	2.766044443
60	1.732050808	1.5	2.5
80	1.532088886	1.173648178	2.173648178
90	1.414213562	1	2
100	1.285575219	0.826351822	1.826351822
120	1	0.5	1.5
140	0.684040287	0.233955557	1.233955557
160	0.347296355	0.060307379	1.060307379
180	0	0	1
	*表内の数値はロープを1の力で引いた場合の倍数を示す		

動滑車でロープをきちんと0°に折り返した場合はブースト倍数どおり3倍の効果が得られるが、角度が開くにつれて得られる力は減っていく。

60°で2.5倍、90°開くと2倍に減少し、180°開くと全く効果がなくなってしまう。

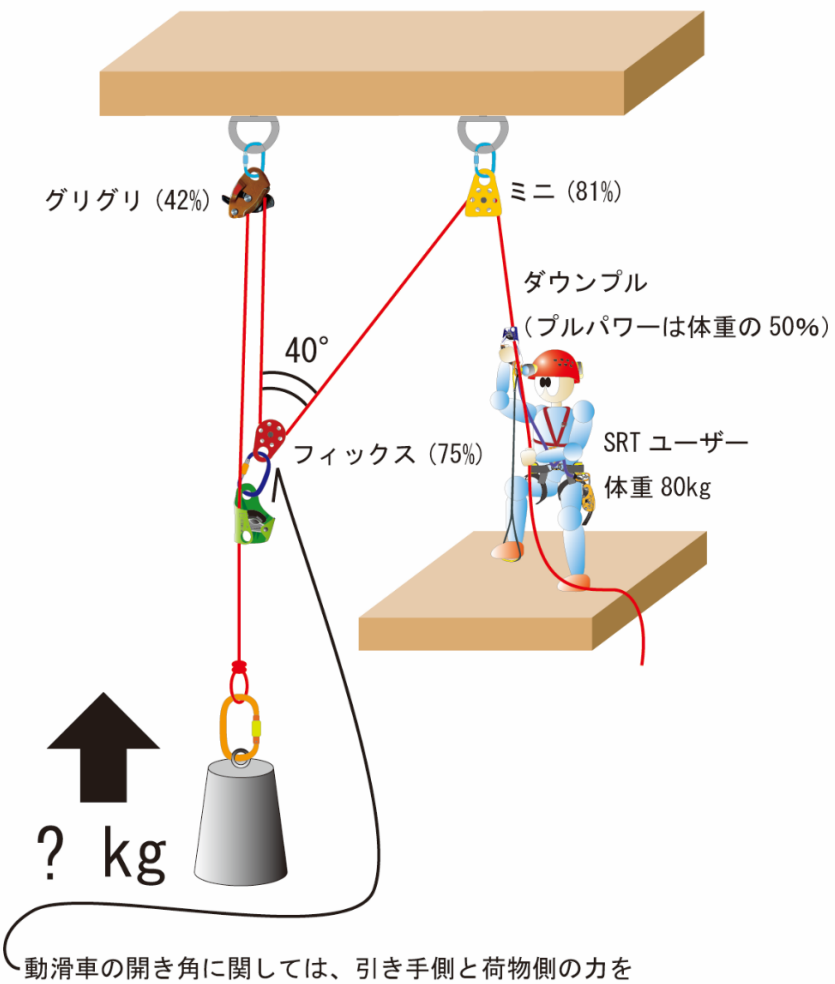


定滑車では角度による力の損失はないので、引き方向の変更はできるだけ定滑車で行う。



以上の注意点を踏襲してなおホールパワーが不足するのであれば、ブーストシステムの上位化を行う。

例題：プルパワー、ブースト倍率、プーリー効率、動滑車を挟むロープの開き角を考慮して以下のホールパワーを求めよ。

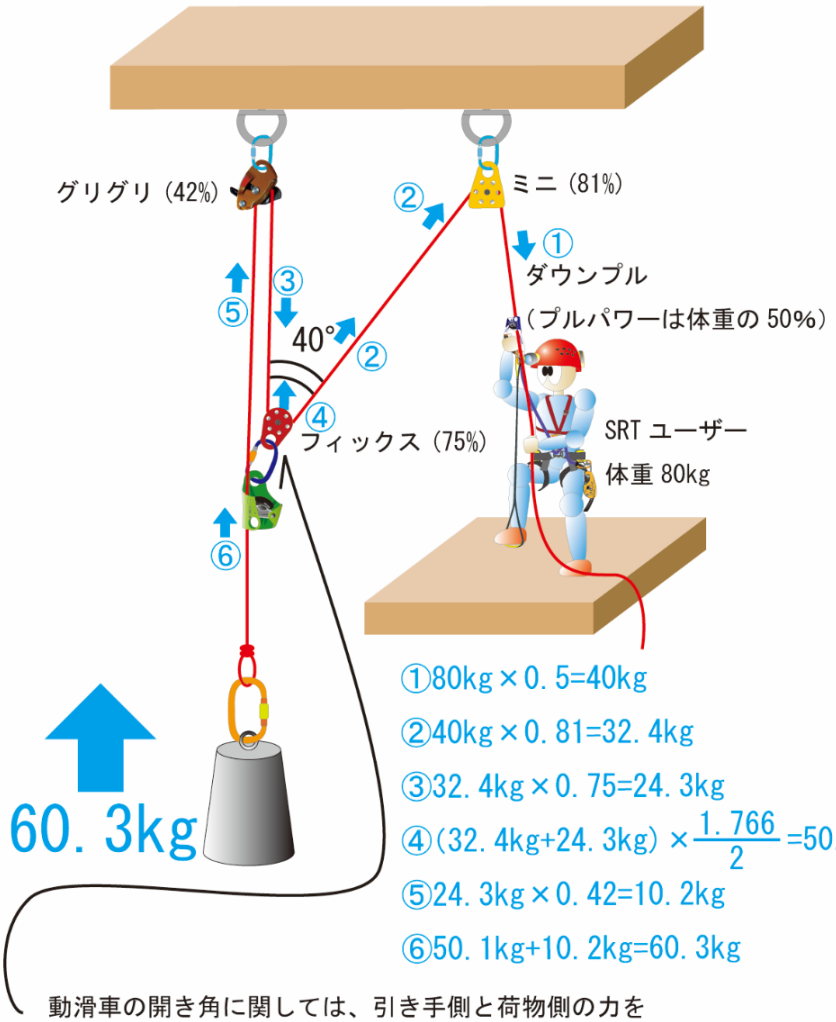


動滑車の開き角に関しては、引き手側と荷物側の力をそれぞれのベクトルとして考えなくてはならないが、計算が煩雑になるので、以下の方法で近似する。

$$\text{動滑車にかかる引き上げ方向の力} = (\text{引き手側の力} + \text{荷物側の力}) \times \frac{\text{動滑車に生じる力の引き上げ方向成分}}{2}$$

動滑車をはさむロープの開き角（α）	動滑車に生じる力	動滑車に生じる力の引き上げ方向成分	ホールパワー（合計引き上げ力）
0	2	2	3
20	1.969615506	1.939692621	2.939692621
40	1.879385242	1.766044443	2.766044443
60	1.732050808	1.5	2.5
80	1.532088886	1.173648178	2.173648178
90	1.414213562	1	2
100	1.285575219	0.826351822	1.826351822
120	1	0.5	1.5
140	0.684040287	0.233955557	1.233955557
160	0.347296355	0.060307379	1.060307379
180	0	0	1
	*表内の数値はロープを1の力で引いた場合の倍数を示す		

解答：



①80kg×0. 5=40kg

②40kg×0. 81=32. 4kg

③32. 4kg×0. 75=24. 3kg

④(32. 4kg+24. 3kg)×$\frac{1.766}{2}$=50. 1kg

⑤24. 3kg×0. 42=10. 2kg

⑥50. 1kg+10. 2kg=60. 3kg

動滑車の開き角に関しては、引き手側と荷物側の力を
それぞれのベクトルとして考えなくてはならないが、
計算が煩雑になるので、以下の方法で近似する。

動滑車にかかる引き上げ方向の力④ ＝（引き手側の力② ＋ 荷物側の力③ ）× $\frac{\text{動滑車に生じる力の引き上げ方向成分}}{2}$

動滑車をはさむロープの開き角（α）	動滑車に生じる力	動滑車に生じる力の引き上げ方向成分	ホールパワー（合計引き上げ力）
0	2	2	3
20	1.969615506	1.939692621	2.939692621
40	1.879385242	1.766044443	2.766044443
60	1.732050808	1.5	2.5
80	1.532088886	1.173648178	2.173648178
90	1.414213562	1	2
100	1.285575219	0.826351822	1.826351822
120	1	0.5	1.5
140	0.684040287	0.233955557	1.233955557
160	0.347296355	0.060307379	1.060307379
180	0	0	1
	*表内の数値はロープを1の力で引いた場合の倍数を示す		

5-7. ブーストシステムを用いた時のアンカーシステム

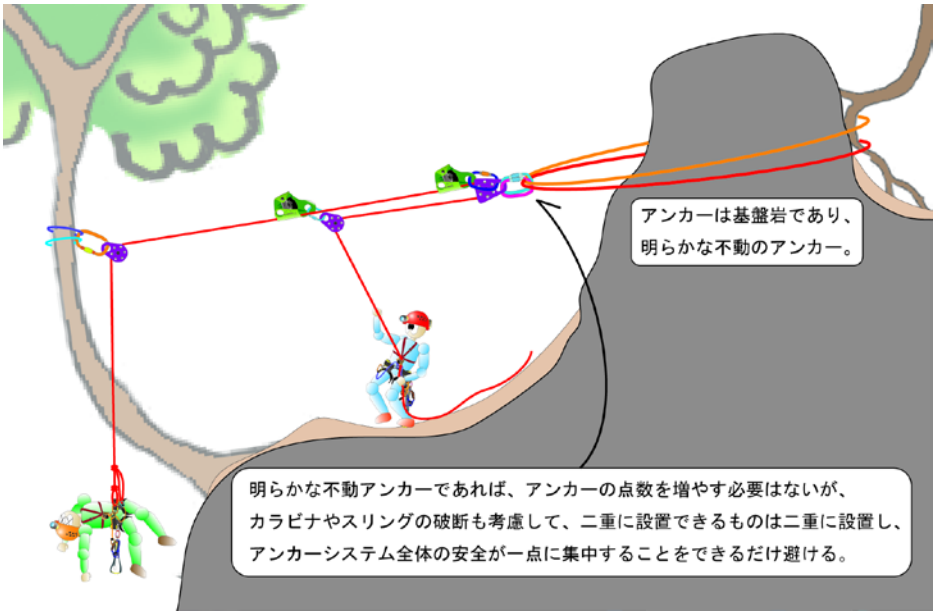
ブーストを用いてホーリングシステムやチロリアンブリッジを構築した際には、アンカーにSRT ユーザーの体重以上の荷重が生じる。

したがって、支点にかかる力を簡易に計算し、それに耐えうるアンカーシステムを構築しなくてはならない。

5-7-1 強固なアンカーシステム

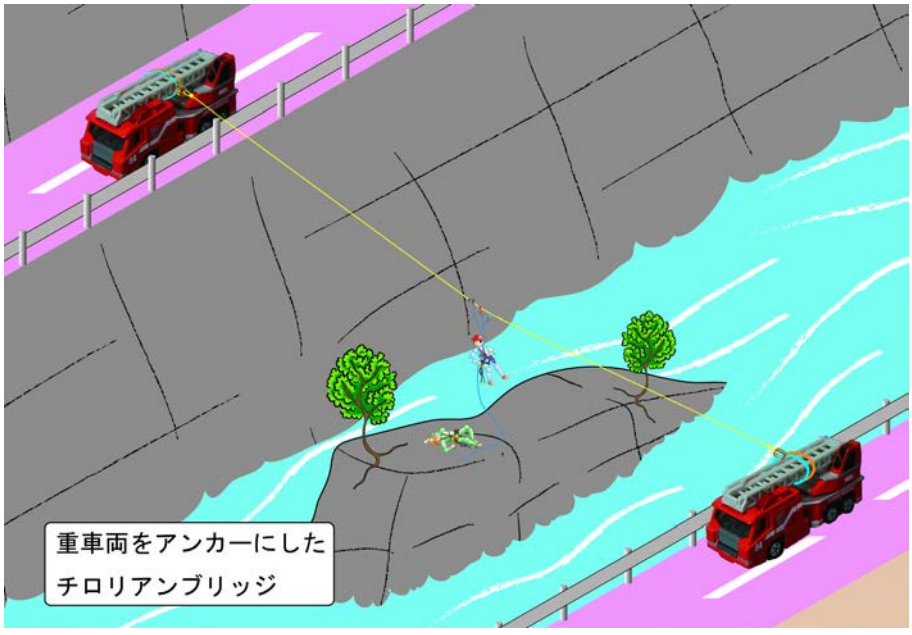
強固なアンカーシステムを構築する方法は以下の三通り。

①明らかな不動アンカーを用いる。

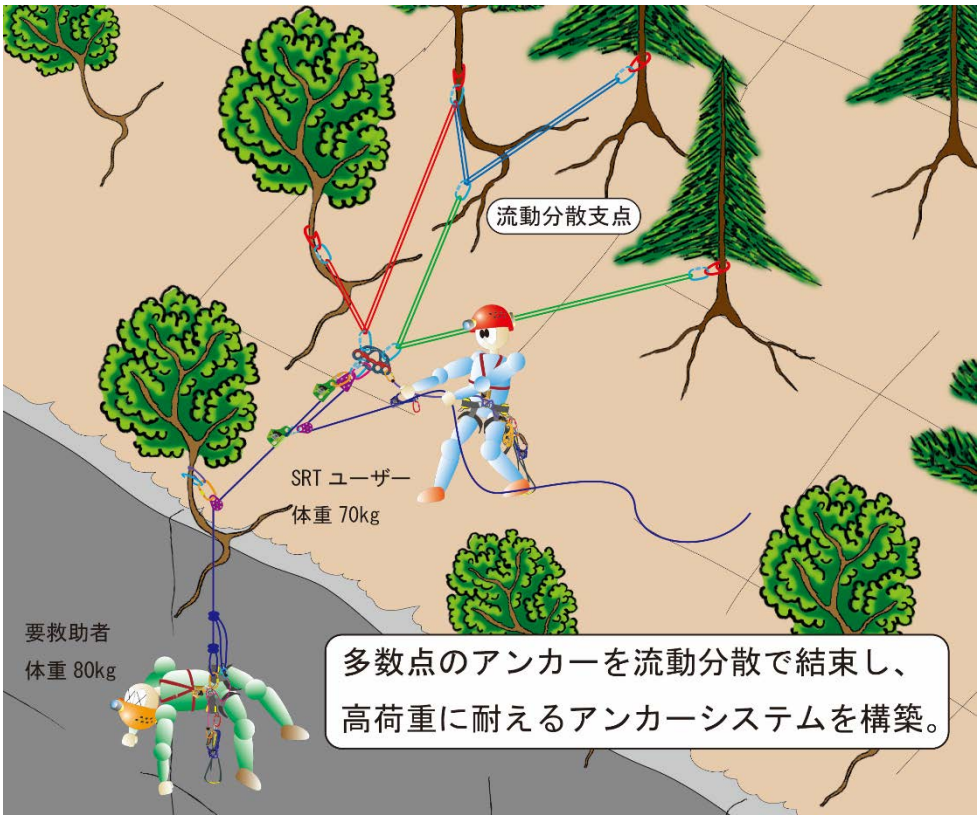


巨石、基盤岩、大木、コンクリート構造物、建築物、鋼材、重車両など数トンの強度が確実に見込めるものであれば不動アンカーとして使用できる。

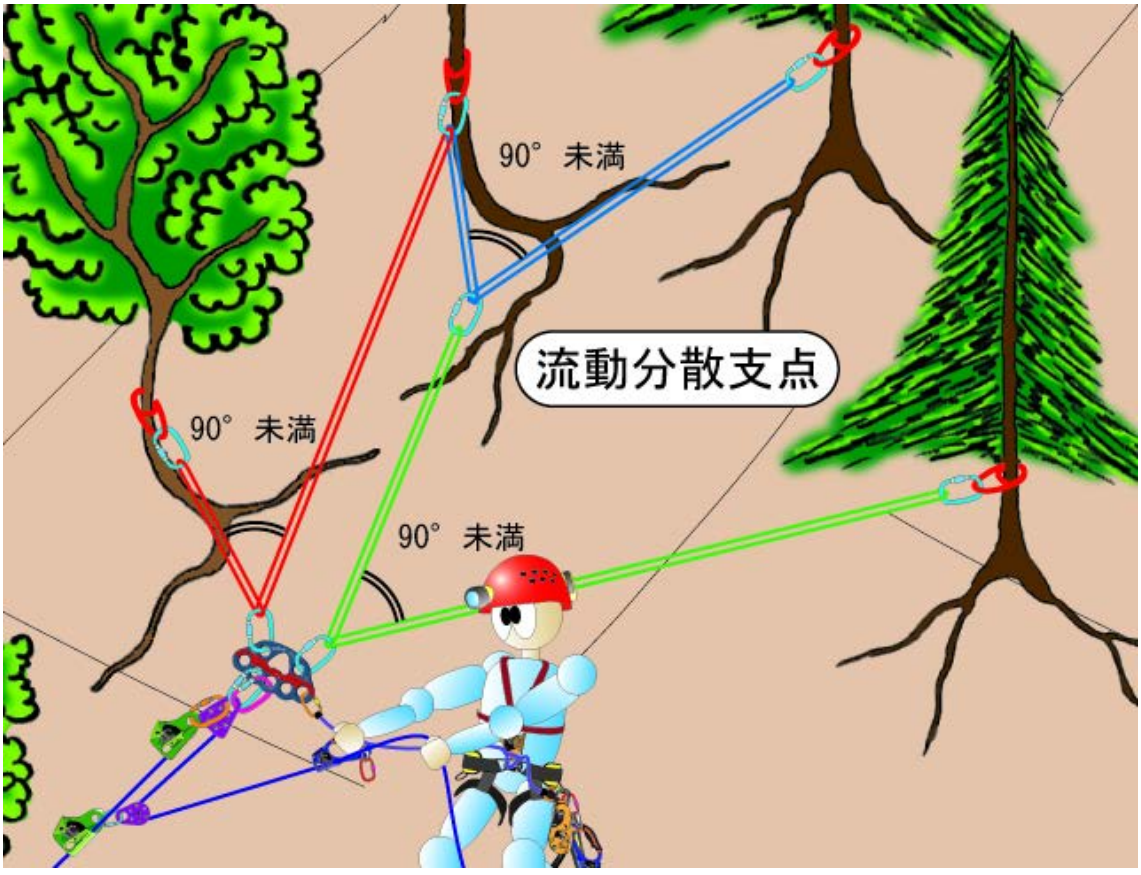
不動アンカーの場合、支点は一点で構わないが、支点結束に使用するカラビナやスリングなど二重に設置できるものは二重に設置する。



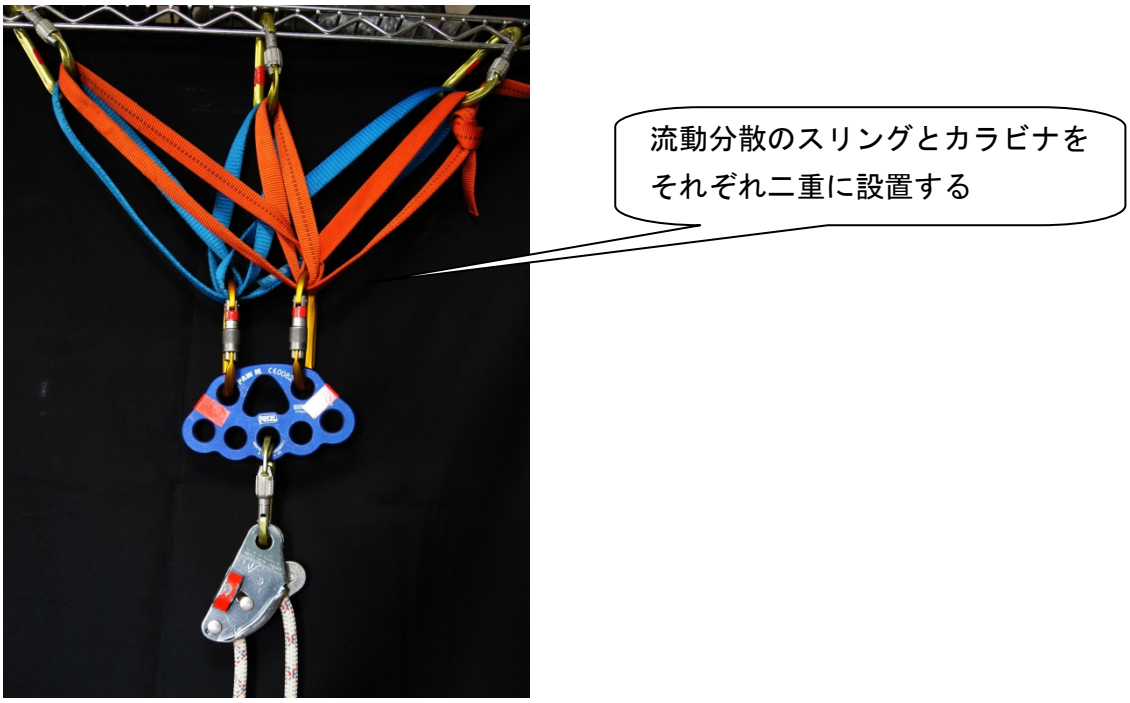
②多数支点を流動分散で結束して常時荷重関係のアンカーシステムを構築し、
高荷重に耐えるアンカーシステムを構築する。



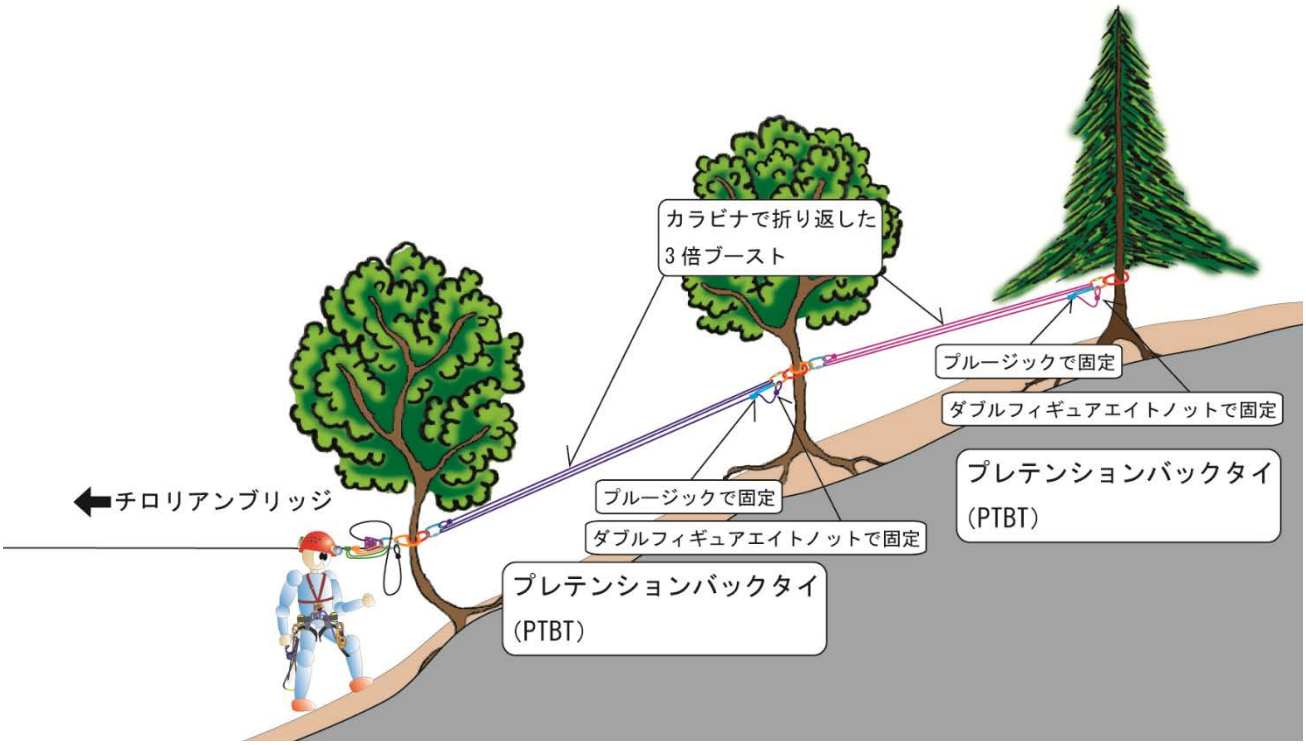
流動分散の開き角も独立分散と同じく 90° 以内で構築する。



流動分散は流動部分のスリング（ロープ）が切れるとアンカーシステム全体が破綻する。
そのため、複数支点を一連の流動分散を編む場合は、スリングやカラビナ等、二重に設置できるものは可能な限り二重に設置し、システム全体の安全が一点に集中することは極力避ける。



③複数支点をプレテンションバックタイ（PTBT）で結束して常時荷重関係のアンカーシステムを構築し、高荷重に耐えるアンカーシステムを構築する。



5-7-2 仮荷重テストについて

ブーストを用いるアンカーシステムには SRT ユーザーの体重以上の荷重が生じるため、スタンダード編の仮荷重テストでは不十分である。

アンカーシステムにかかる荷重を計算し、それに相当する荷重での仮荷重テストが必要になる。

アンカーへの荷重を見積もる場合、ロープ下方が開放されている**ホーリングシステム**と、ロープ両端が固定されている**チロリアンブリッジ**では計算方法が異なる。

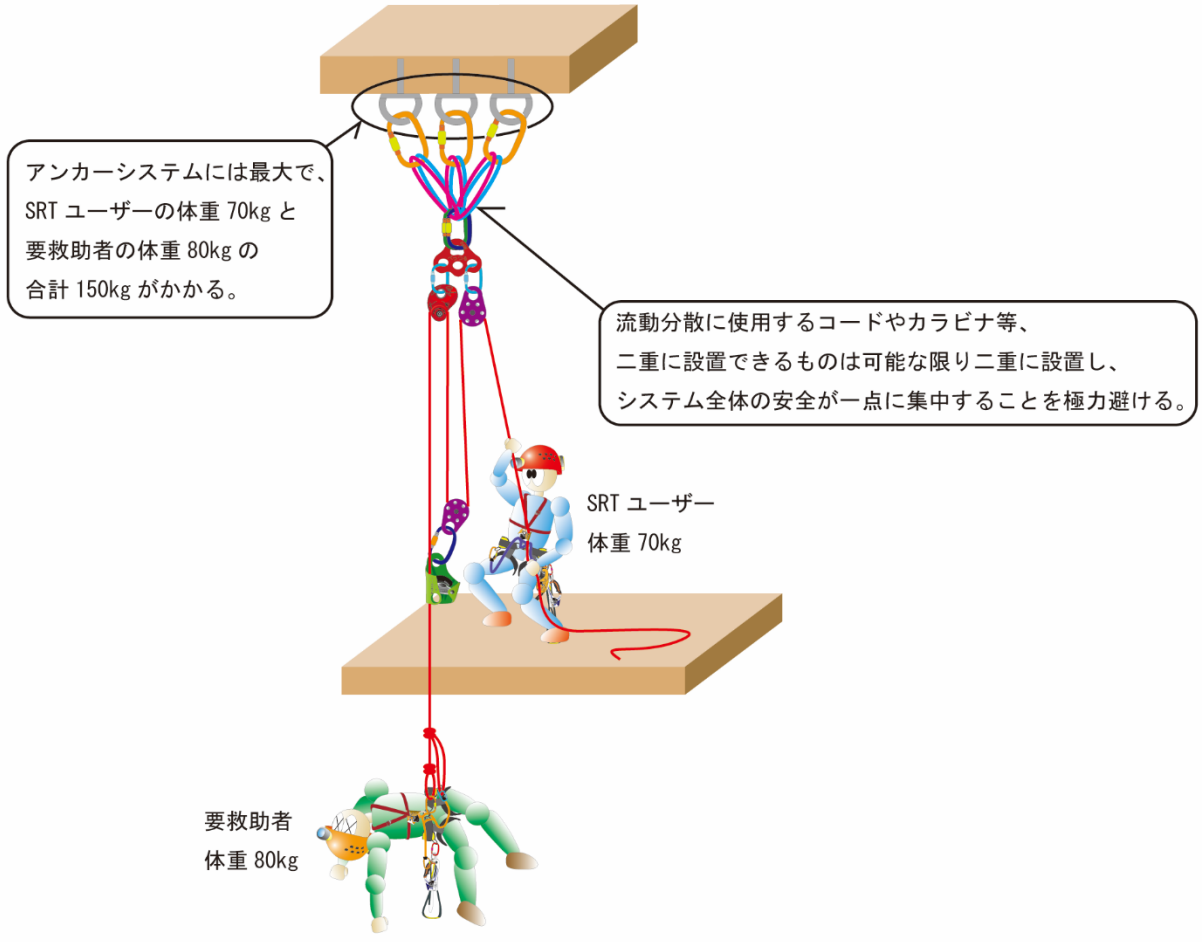
ホーリング（ロワーリングを含む）システムの場合

ホーリングの場合は、ロープの荷物側末端が固定されていないので、引き上げ対象物が持ち上がることで、それ以上の力は生じない。

したがってホーリングシステムでは、ブーストの倍数に関係なく、メインアンカーには最大でも引き上げ者と引き上げ対象物の合計重量以上の荷重がかかることはない。

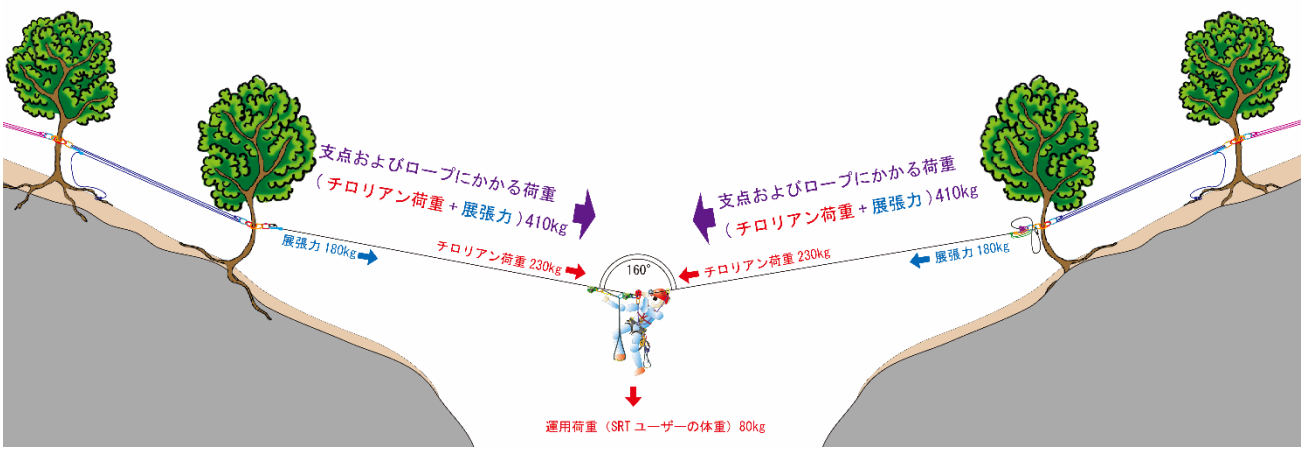
例えば、体重 80kg の要救助者を、体重 70kg の救助者がカウンタープルでホーリングする場合は最大で合計 150kg の荷重が支点にかかる。

ホーリングの最初に、引き上げ対象物が離陸した際、引き上げ者もロープにしっかりと体重をあずけて最大荷重を作り出し、仮荷重テストを行う。



チロリアンブリッジの場合

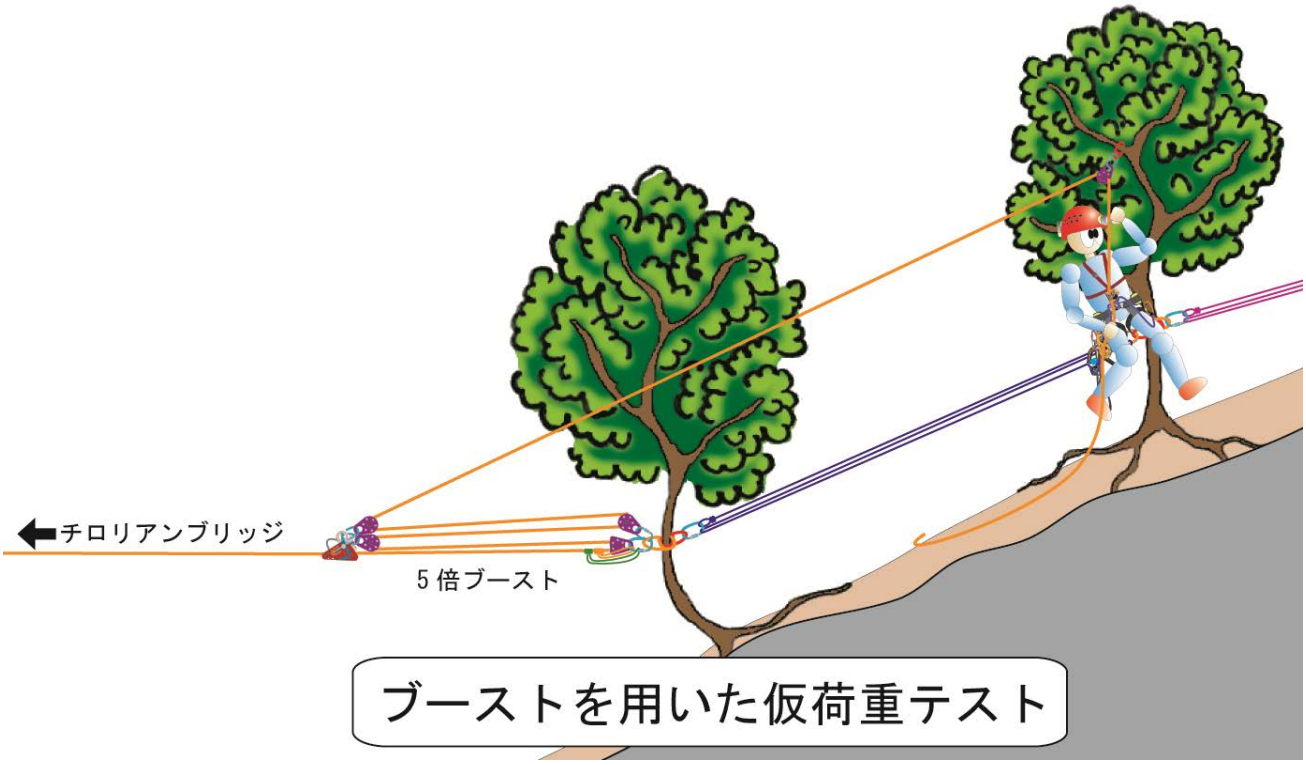
チロリアンブリッジの場合はロープの両方末端を固定してブーストで張力をかけ、さらに水平なロープに垂直の荷重をかけるため、アンカーやロープにはチロリアンブリッジを渡行する SRT ユーザー体重の数倍から十数倍の荷重が生じる。



具体的な荷重の計算方法は次章で紹介するが、当然見積もられた荷重に耐えるアンカーシステムを構築しなくてはならない。

明らかな不動アンカーを使用するか、プレテンションバックタイや流動分散で高荷重に耐えるアンカーシステムを構築する。

そして見積もった荷重に達するまでブーストを上位化して仮荷重テストを行う。



5-7-3 人工アンカーの強度見積り

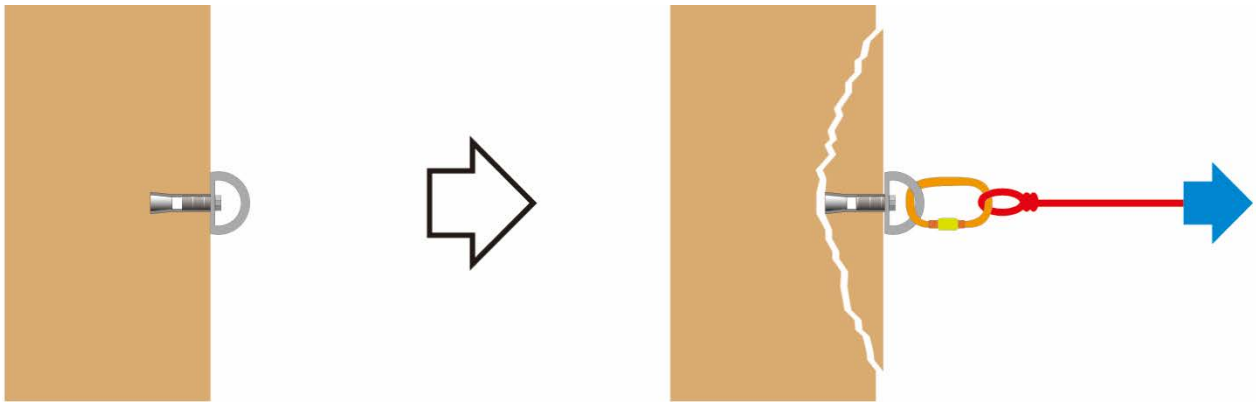
基盤岩強度、ボルト強度、ハンガー強度のいずれかよりも引張力が大きい場合はアンカーの破壊が生じる。

破壊様式は以下の三種類が考えられる。

① 基盤岩のコーン状破壊

基盤岩強度 ＜ 引張力 ＜ ボルト強度・ハンガー強度

となった場合、次の様式で基盤岩のコーン状破壊が生じる。



基盤岩の圧縮強度によってアンカー強度が大きく左右される。

圧縮強度一覧	
コンクリート	210
泥質変岩	367
石灰岩	612
花崗岩	2029
チャート	2213
	(Kgf/cm2)

アンカーのコーン状破壊に対する短期許容荷重（許容荷重はコーン状破壊荷重の約20～30%）

（単位はkgf）
岩石については物性を均一と仮定し、圧縮強度から計算した

アンカー名	写真	コンクリート	泥質片岩	石灰岩	花崗岩	チャート
PETZL製M8スピット（有効削孔長31mm）		247	360	466	848	886
M8グリップアンカー（有効削孔長35mm）		337	445	575	1047	1093

以下にアンカーの引き抜き実験の様子とコーン状破壊したアンカーを示す。







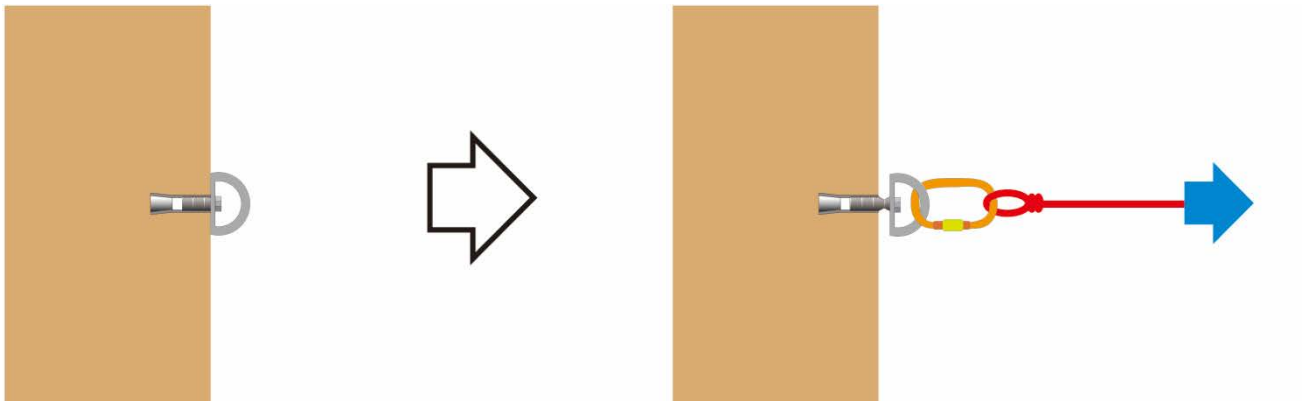
コーン状破壊したアンカー

*この引き抜き実験は、石灰岩に打設した M8 スピットを引き抜いた時の実験結果である。
アンカーの抜け始め荷重は 8kN（≒800kgf）で、コーン状破壊は 12kN（≒1200kgf）であった。
この破壊荷重は短期許容荷重の 3 倍程度に相当する。

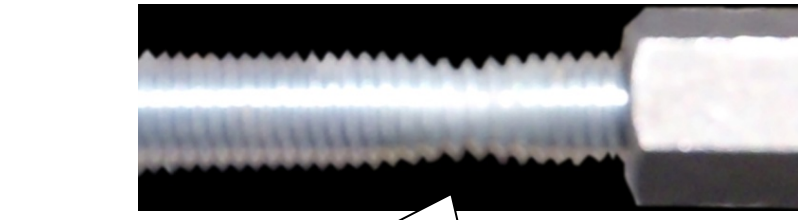
② **ボルトの塑性変形**

ボルト強度　＜　引張力　＜　ハンガー強度・基盤岩強度

となった場合、上記の様式でボルトの塑性変形が生じる。



M8 全ネジボルト（一般構造鋼材）の引張荷重の短期許容荷重が 910kgf、
せん断荷重の短期許容荷重は引張荷重の約 70%の 640kgf である。
以下に降伏点を超えて塑性変形したボルトを示す。
実際の引張実験では 20kN 程度で塑性変形が生じる。
（全ネジボルトの許容荷重は破壊荷重の約 60%）



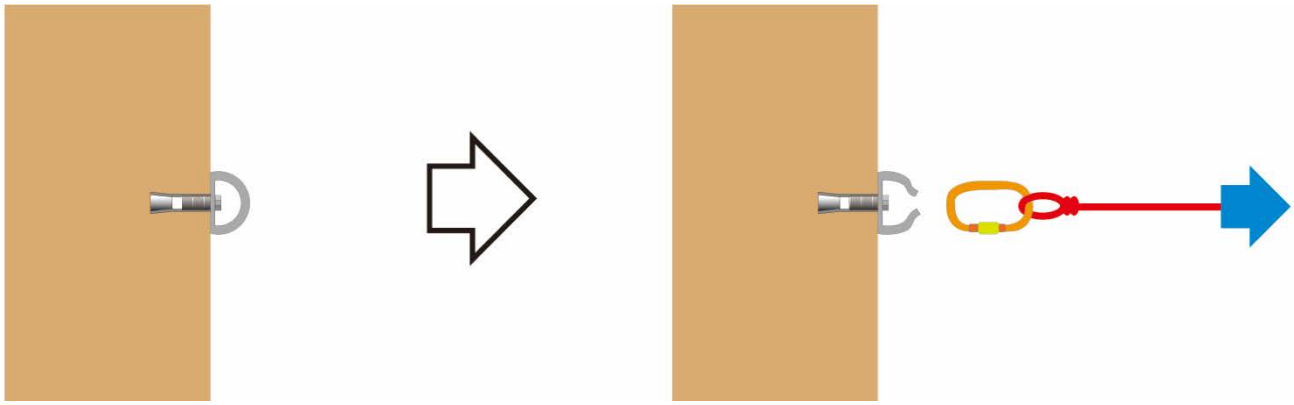
降伏点を超えて塑性変形したボルト

*この引き抜き実験は、石灰岩に打設した M8 ケミカルアンカーに対して行った実験結果である。
M8 全ネジボルトの引張降伏荷重は約 20kN であった。
M8 ボルトの引張短期許容荷重は 910kgf なので、この破壊荷重は短期許容荷重の 2 倍程度に相当する。

③ ハンガーの破断

ハンガー強度　＜　引張力　＜　ボルト強度・基盤岩強度

となった場合、上記の様式でハンガーの破断が生じる。



ハンガー強度は各メーカーの公表値とする。

メーカー	ハンガー名	通称名	写真	引張許容荷重	せん断許容荷重
PETZL	Vrillée	ツイスト		×	15KN
PETZL	Coudée	ストレート		×	15KN
PETZL	Clown	クラウン		12KN	10KN
RAUMER	ANELLOX	リングハンガー		22KN	22KN
RAUMER	ALIEN	ダブルホール		25KN	20KN
EXPE	Ammarage Souple	ボルトハンガー		16KN	11KN

したがって人工アンカー運用時には、
引張力　＜　基盤岩強度・ボルト強度・ハンガー強度
となるようにアンカーシステムを構築しなくてはならない。
アンカー取得点が立木の場合は樹種、幹径、根の張り方などで見込める強度が大きく異なるため、これは仮荷重テストを行うほかない。
また岩盤に削孔して埋め込んだ人工アンカーの場合も、岩種や岩盤に生じた亀裂、またはアンカーの種類や定着の成否によって耐荷重は様々であるため、当然仮荷重テストが必要なのだが、上記の数値を用いて必要最小限で余剰のないアンカー数を見積もることができる。

・**基盤岩強度**は岩種による見積もりを行う。

アンカーのコーン状破壊に対する短期許容荷重（単位はkgf）
（許容荷重はコーン状破壊荷重の約20～30%）岩石については物性を均一と仮定し、圧縮強度から計算した

アンカー名	写真	コンクリート	泥質片岩	石灰岩	花崗岩	チャート
PETZL製M8スピット（有効削孔長31mm）		247	360	466	848	886
M8グリップアンカー（有効削孔長35mm）		337	445	575	1047	1093

・**ボルト強度**は**引張荷重**が 910kgf、**せん断荷重**を 640kgf と見積る。
・**ハンガー強度**は先述のメーカー公表の値とする。

見積ったそれぞれの値が**引張力**を上回るようにアンカー本数を確保する。
人工アンカー本数は最少でも 2 本とし、アンカーシステムに必要な強度に余裕をもって耐えうる強度に達するまで本数を増やす。
流動分散で構築する場合は、アンカー間の開き角で損失する力を 40%程度増やして考える。
（分散角が大きく分散点が多いほど損失する力は大きくなるので増加割合は適宜調整する）

例題:アンカーシステムに必要な強度が 600kgf で、岩種がコンクリート、打設アンカーが PETZL SPIT で、流動分散でアンカーシステムを構築する。
アンカーには引き抜き方向の荷重が生じる場合、アンカーは何本必要か？
600kgf　×　1.4　＝　840kgf　＜　247kgf　×　4 本　＝　988kgf
アンカーを隣接して打設する場合は、各々最低 20 ㎝離隔を設ける。

6. ホーリング・ロワーリング

重量物や要救助者をロープで吊り上げることを「ホーリング」、吊り降ろすことを「ロワーリング」と呼ぶ。

ホーリングの際にはブーストを用いてホーリングのシステムを組み立てる。

ロワーリングの際にはメインディバイスに下降器を配置して吊り降ろしを行う。

6-1 ホーリングシステムの選択

ホーリングシステムには、ブースト倍率とギア配置、サブロープの有無などの条件で様々なシステムを組み立てることができる。

ホーリングシステムは大きく二つに分けられる。

メインロープだけでシステムを組み立てるメインロープ系ホイストと、サブロープを併用するサブロープ系ホイストがある。

代表的なホーリングシステムとその特徴を次に示す。

ホーリングシステム		ブースト倍率	サブロープ	メインディバイスを下降器にした際のホーリング時の摩擦抵抗	ホーリング時のメインロープの送り動作	メインロープ⇔サブロープの荷重移行時のロス	メインディバイスを下降器に変更する際の労力	ノット通過時の労力	タウト(荷重時)ロープへの組み込みの労力	必要装備 ・メインディバイスはプーリー+アッセンダーで構築する。 ・メインディバイスを天井面に設置し、ロープ引き方向を下向きとする。		
										プーリー	アッセンダー	サブロープ
メインロープ系ホイスト	3倍クラシカルプーリー	3	不要	大	不要	なし	多い	多い	多い	3	2	0
	5倍クラシカルプーリー	5	不要	大	不要	なし	多い	多い	多い	5	2	0
	ミッテンバルトⅠ	5	不要	大	不要	なし	多い	多い	多い	3	3	0
サブロープ系ホイスト	オベンドロフ	2	要	小	要	あり	少ない	少ない	少ない	2	2	1
	ピギーバッグ	4	要	小	要	あり	少ない	少ない	少ない	3	2	1
	逆配置ピギーバッグ	3	要	小	要	あり	少ない	少ない	少ない	2	2	1
メイン・サブ混合ホイスト	クローサーリフト	3	要	大	不要	なし	多い	多い	多い	2	3	1

凡例	
極めて有利な条件	
有利な条件	
不利な条件	
極めて不利な条件	

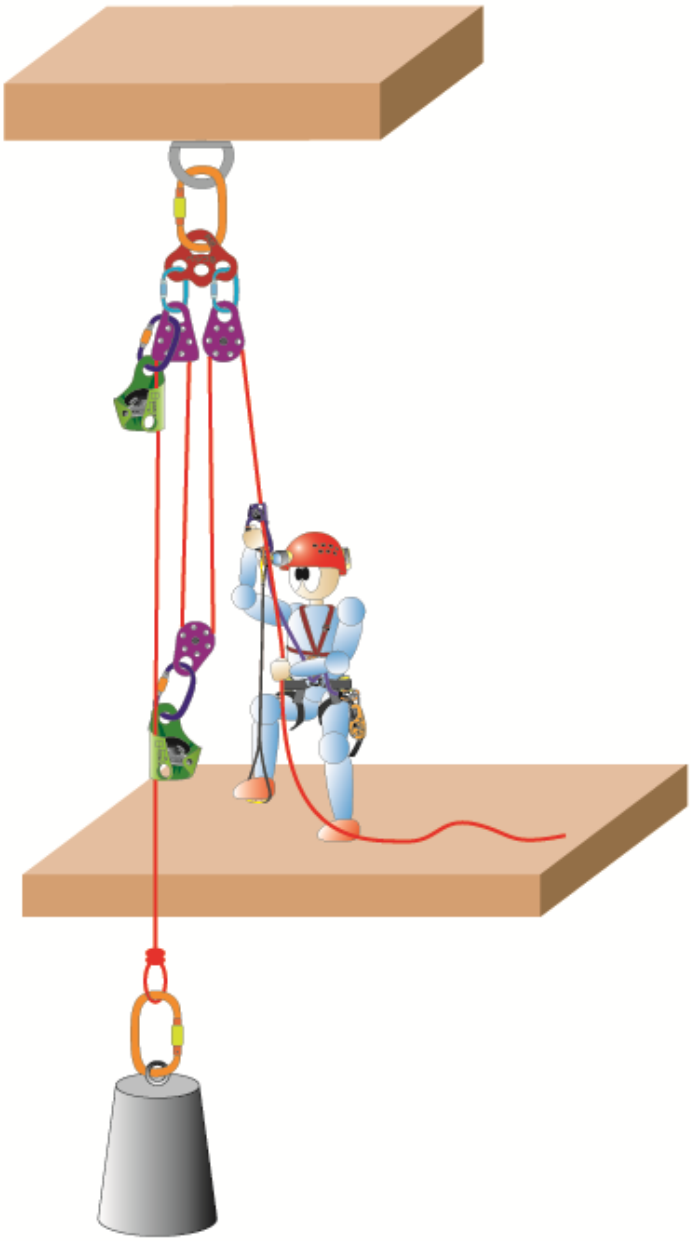
メインロープ系ホイストのメリットとしては、
① メインディバイスからロープを送り出すことなくホーリングを行うことができる。
② サブロープが不要。
デメリットとしては、
① ロープジョイントの通過に煩雑な手順が必要。
② ホーリング⇔ロワーリングの変更に一定の手順が必要。
③ メインディバイスに下降器を採用すると、大きな摩擦ロスが生じる。

サブロープ系ホイストのメリットとしては、
① ロープジョイントの通過や、ホーリング⇔ロワーリングの変更にほとんど手間がかからない。
② メインディバイスに下降器を採用しても、ホーリングの摩擦ロスなく運用できる。
デメリットとしては、
① サブロープが必要。
② メインディバイスからメインロープを送る手間が必要。
サブロープホイストとメインディバイスが離れている場合は救助者がもう一人必要となる。
③ サブロープのホイストからメインディバイスに荷重が移る際に、ロープの伸縮によるロスが生じる。

次に各ホーリングシステムを紹介する。

① **クラシカルプーリーシステム**

メインロープだけで構築することができる最も代表的でシンプルなシステム。
ホーリング⇔ロワーリングの切り替えとロープジョイントノットの通過には一定の手間が必要である。

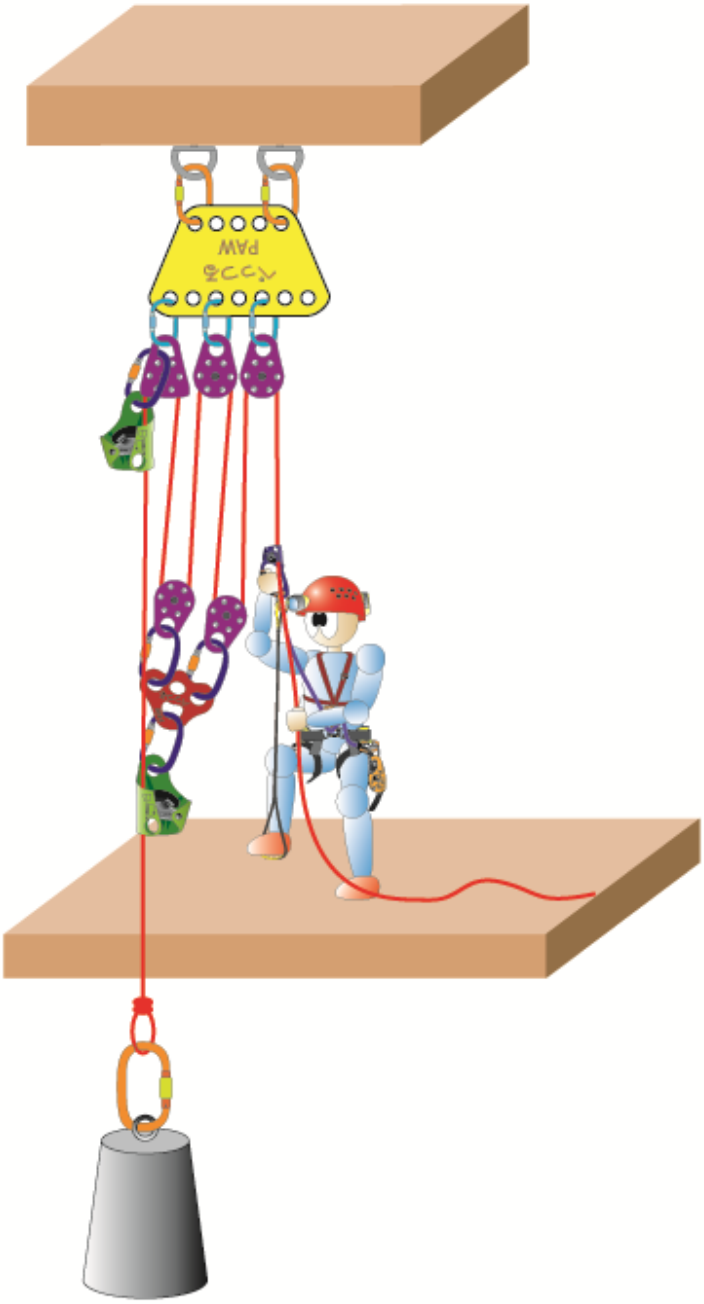


クラシカルプーリーシステム
（3 倍ブースト）

② 5 倍クラシカルプーリーシステム

クラシカルプーリーシステムを折り返して 5 倍に上位化したもの。

ホーリング時のノット通過にはかなり煩雑な手間がかかる。



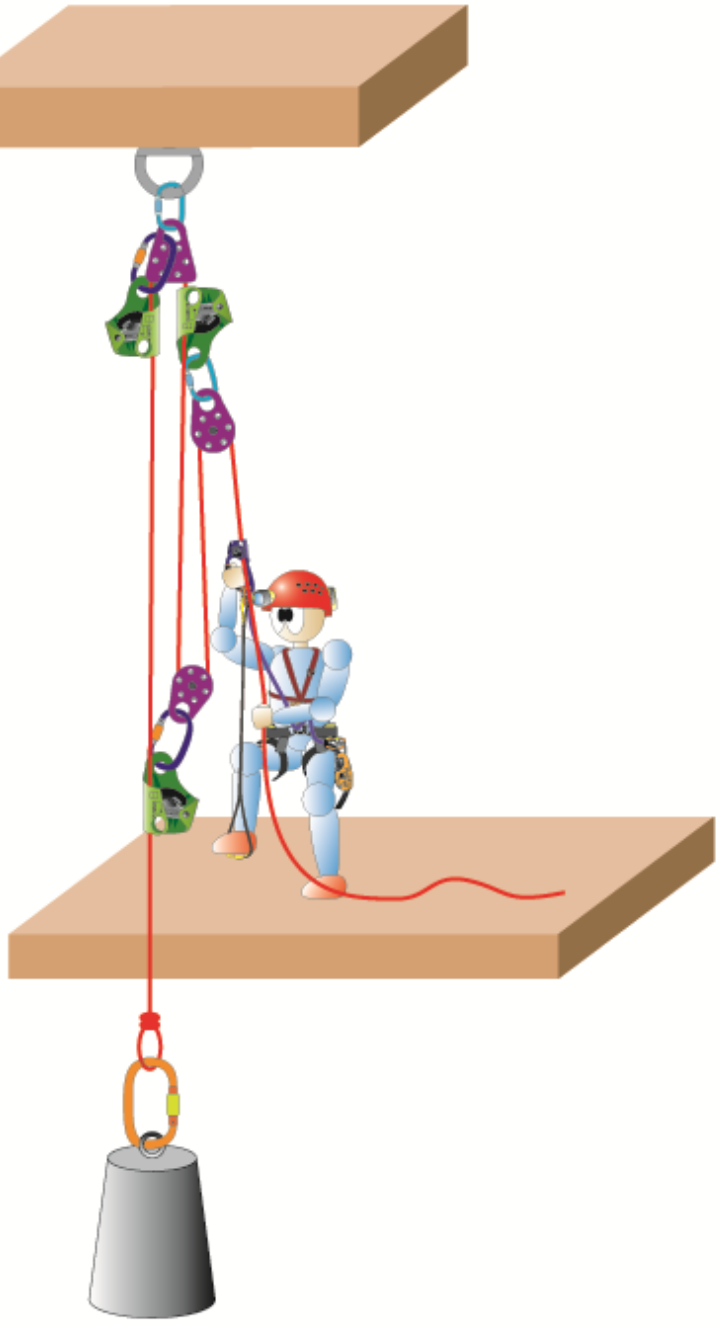
5 倍クラシカルプーリーシステム

（5 倍ブースト）

③ ミッテンバルトⅠ

クラシカルプーリーシステム（3 倍）の引手側の定滑車をアッセンダーでメインロープに取り付けて 5 倍に上位化したシステム。

ホーリング時のノット通過は 5 倍クラシカルプーリーシステムよりも楽。



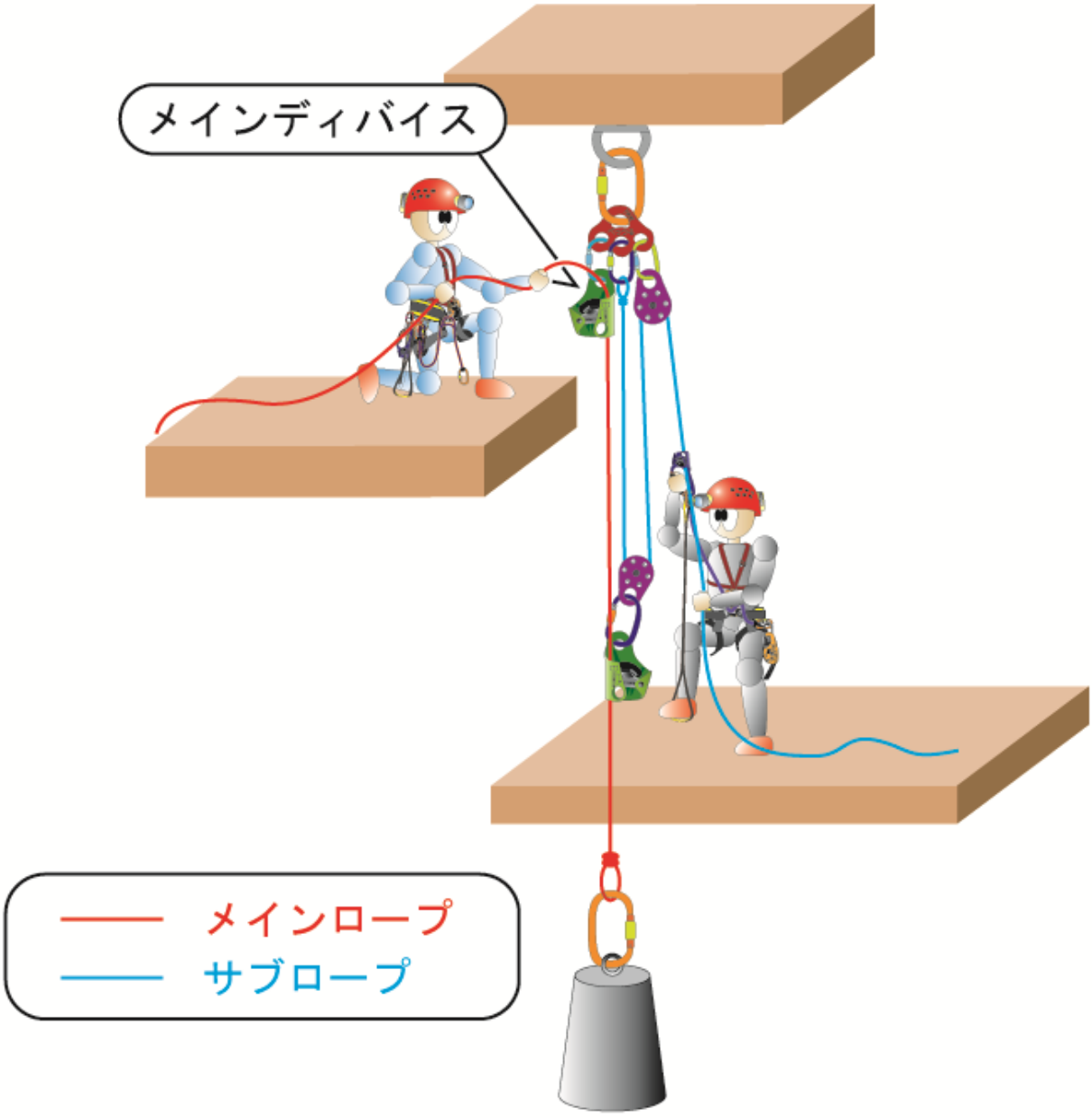
ミッテンバルトⅠ

（5 倍ブースト）

④ オベンドロフホイスト

サブロープを使った 2 倍ブーストで、ホーリングしたメインロープをメインディバイスで捕獲するホーリング方法。

ホーリング⇔ロワーリングの切り替えとロープジョイントノットの通過が簡易に行える。

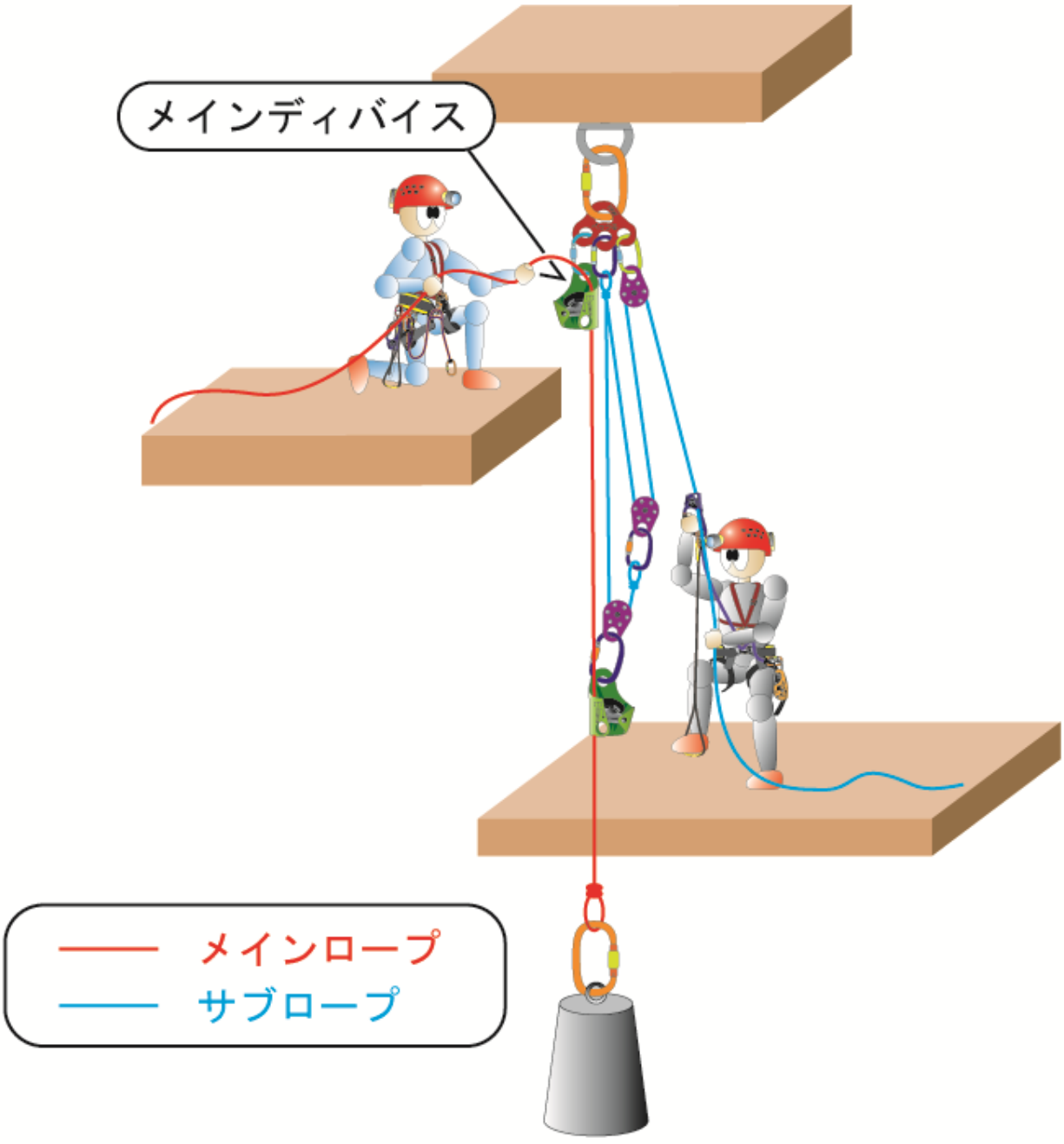


オベンドロフホイスト

（2 倍ブースト）

⑤ **ピギーバックシステム**

サブロープを使った 4 倍ブーストでホーリングしたロープを、メインディバイスで捕獲するホーリング方法。



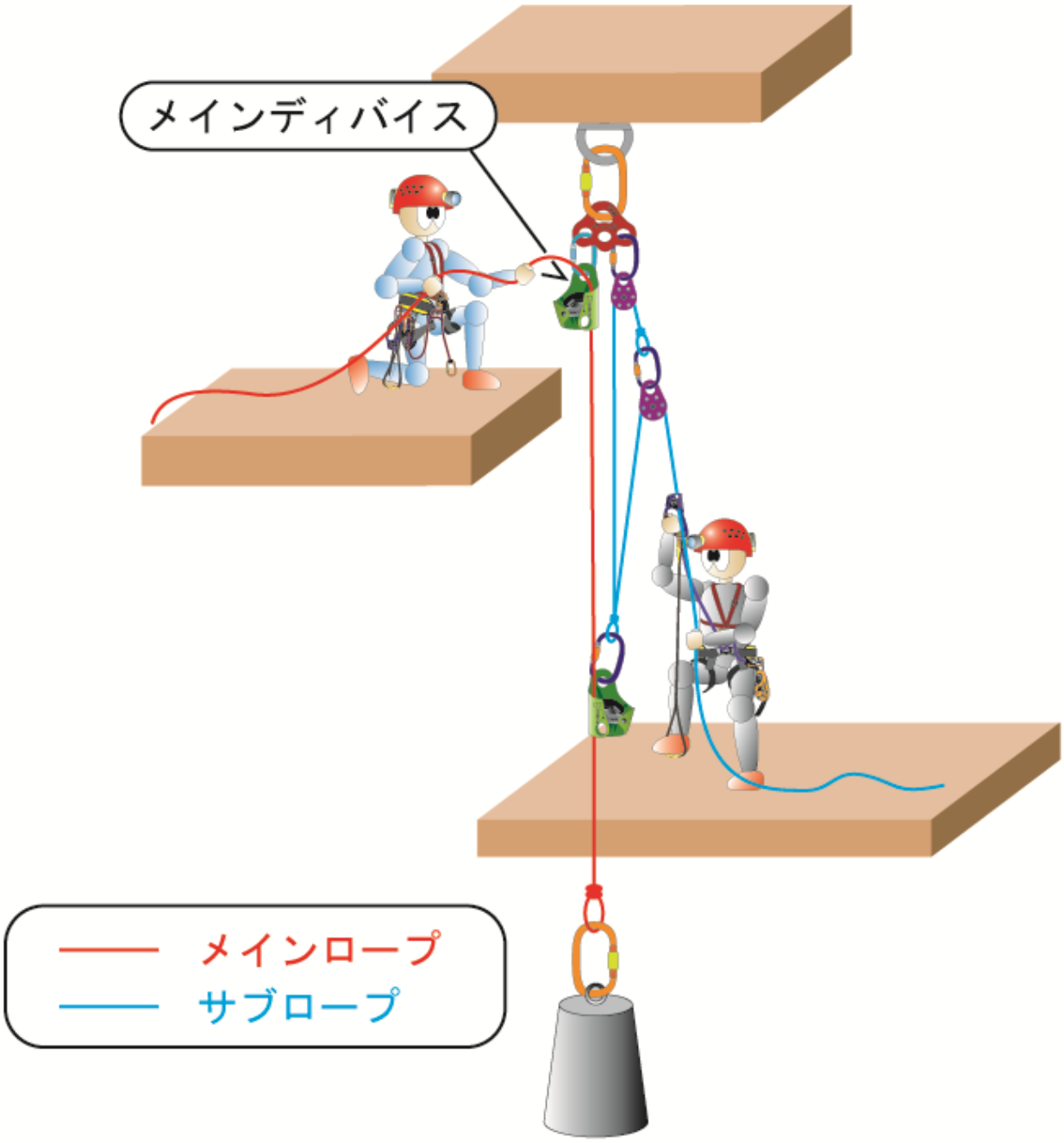
ピギーバッグシステム

（4 倍ブースト）

⑥ 逆ピギーバッグシステム

ピギーバッグホイストを逆配置にして 3 倍ブーストにしたもの。

サブロープを使ったシステムの中では少ない装備で組むことができるお得なシステム。



逆ピギーバッグシステム

（3 倍ブースト）

⑦ クローサーリフト

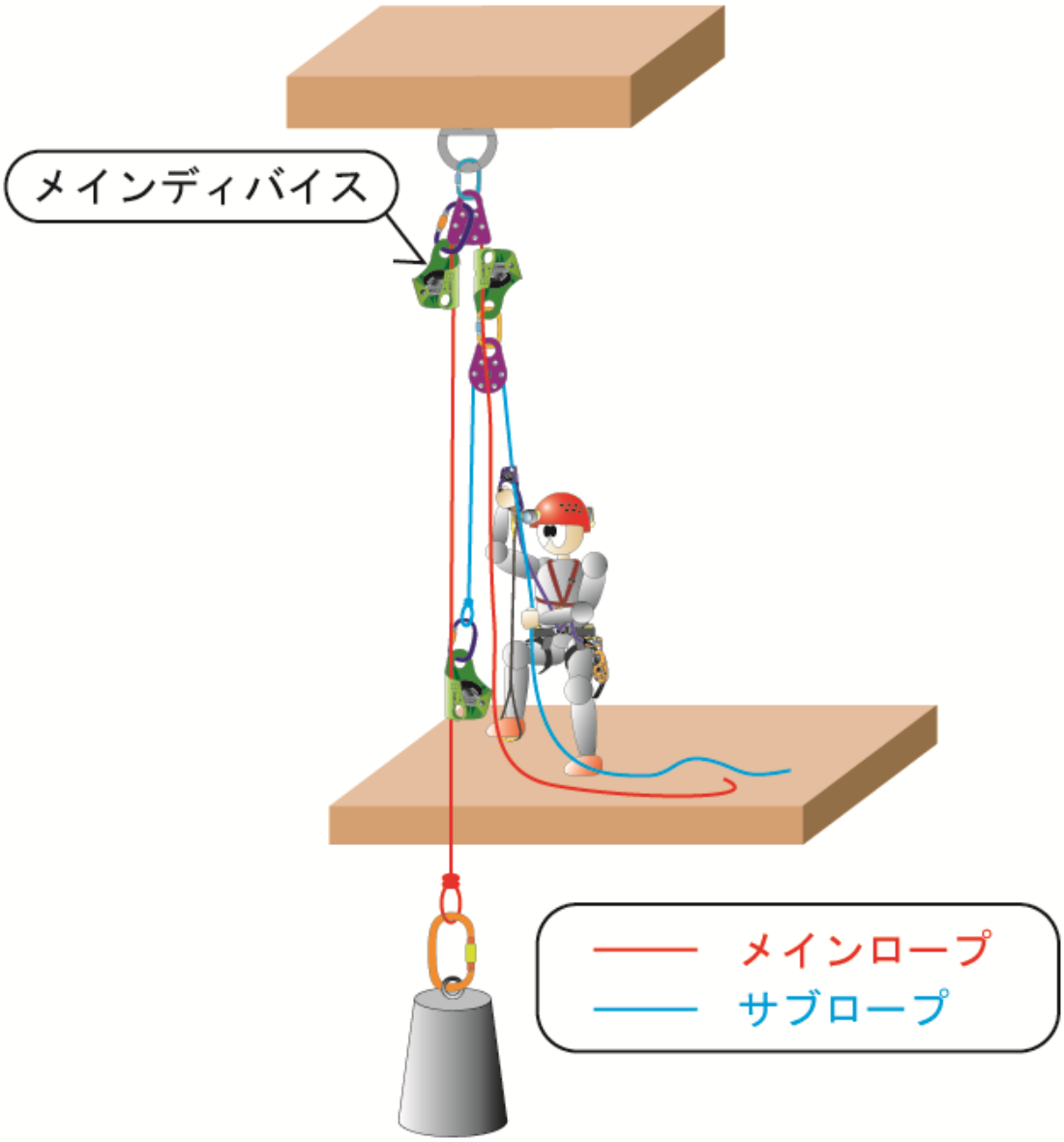
サブロープを使った 3 倍ブースト。

サブロープの定滑車をメインロープの引手側に取り付けてメインロープを引くシステム。

サブロープがメインロープ引手側を引くので、メインディバイスからロープを送る必要がない。

サブロープを使ったシステムだが、メインロープをメインディバイスから送る手間がかからないのが特徴。

しかしホーリング⇔ロワーリングの切り替え、ロープジョイントノットの通過は煩雑な手間がかかる。



クローサーリフト

(3 倍ブースト)

6-2 ホーリングシステムの組み立て

① ホーリング対象物にロープ末端を結束する。

ホーリング対象物にはプルージックを併用したダブルフィギュアエイトノットでロープを接続する。



② ホーリング支点を作成する。

ホーリング対象物の 2 倍の重量に耐えるアンカーシステムを構築する。

支点の強度に関しては **5-7. ブーストシステムを用いた時のアンカーシステム**に準ずる。

ブーストの上位化やロープジョイントの通過、ホーリング⇔ロワーリングの切り替えに対応できるよう中型から大型のリギングプレートを用いることが望ましい。



③ メインディバイスを構築する。

メインディバイスを構築する際は、まずプーリーを使用するかディッセンダーを使用するかを選択する。

プーリーを使用する場合はホーリングロープを捕獲するクランプを何にするか選択しなくてはならない。

ロープクランプ選択の条件としては以下の条件に照らして決定する。

・引き上げ対象物の重さ

・長距離の引き上げか？（高いプーリー効率が必要か否か？）

・長距離の引き上げか？（ロープ捕獲時のもどりの大小）

・ホーリング⇔ロワーリングの切り替えが頻繁に必要か？

各種適性 / メインディバイス		耐荷重（Kgf）	プーリー効率	ロープ捕獲のレスポンス（もどりの有無）	ホーリング・ロワーリング切り替えのしやすさ	短距離ロワーリングのしやすさ	組み合わせによるトラブル	ロープへの脱着のしやすさ
偏心ボビン系ディッセンダー（グリグリ、ストップ、リグ）		M＜200（ロワーリング切り替え必要時）	△	◎	◎	◎	◎	◎
スパイクカム（プーリー＋アッセンダー）		M＜250	◎	◎	△	○	△	○
スパイクカム（プーリーカム）		M＜250	◎	◎	△	○	◎	◎
ギブス		M＜400	◎	○	△	○	△	△
タンデムプルージック		M＜800（上限はプーリーの運用荷重にも注意が必要）	◎	△	△	△	○	△

④ プルスタイルとブースト倍率。

5-1 プルスタイルとプルパワーで述べたとおり、まず、より大きな力を発生させることができるプルスタイルを（できればカウンターウェイト＋アップワードプル）を採用する。その後、**ホーリングに必要な最低限の倍率**でブーストを構築する。

不必要な高倍率ブーストはロープの伸縮や多数のプーリーの摩擦により、結果的に力の損失につながる。

⑤ ブースト先端部を構築する。

ブースト先端部でメインロープを捕獲するギアを選択しなくてはならない。

まず生じる荷重の大きさによって、使用可能なギアが決まり、その中でより利便性の高いものを採用する。

特性 / 先端捕獲部		耐荷重（KN）	耐荷重	スライドのしやすさ	ロープ捕獲のレスポンス	ロープへの脱着のしやすさ
スパイクカム（プーリー＋アッセンダー）		M＜2	△	◎	◎	◎
ギブス		M＜4	○	◎	○	△
プルージック		M＜8	◎	△	△	△

例題：ブースト先端部に 3kN の力が生じる場合、選択するべきロープクランプはどれか？

⑥ 実際のホーリングシステムの運用

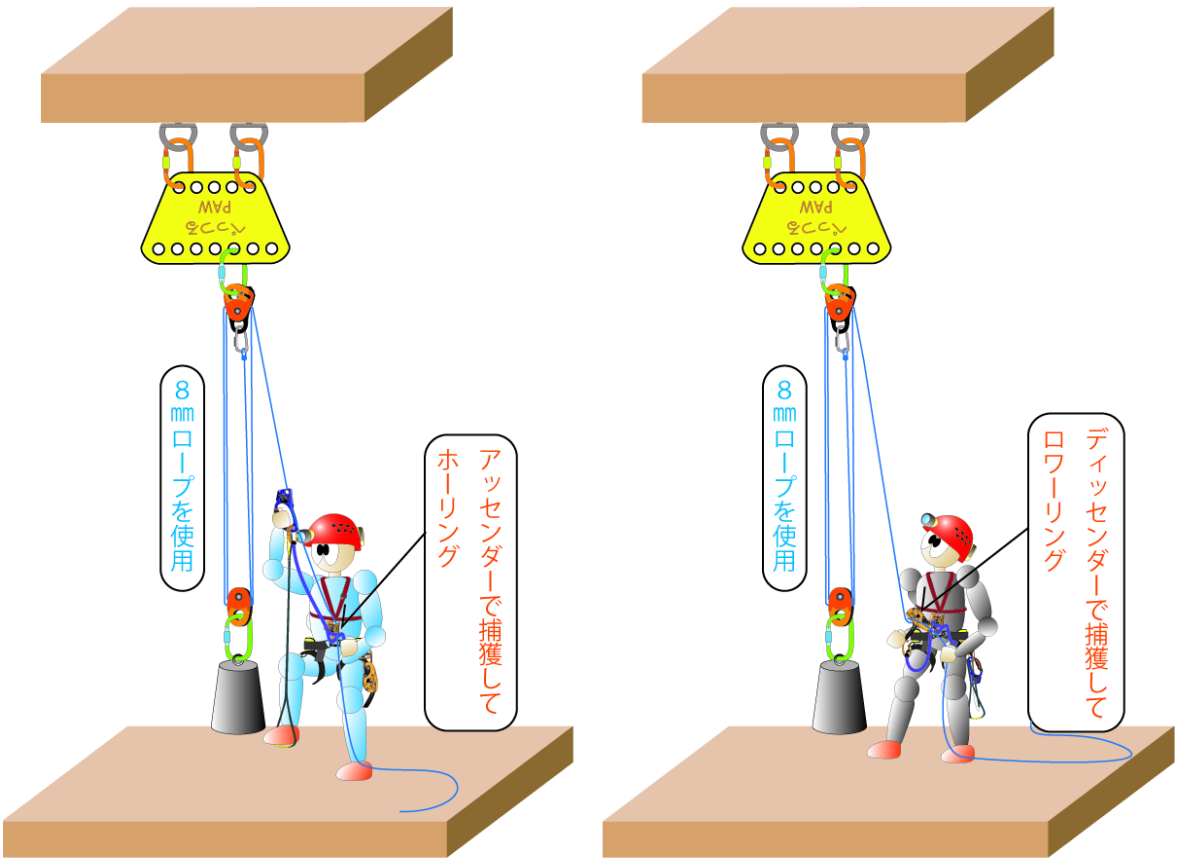
1. 前項までの状況を満たすよう、運用荷重・運用状況を考慮しギアを選択してブーストを構築する。
2. ブースト先端部がメインディバイスにつかえるまで（プルスタイルに応じて）ロープを引く。
3. 引き手を放し（アッセンダーを使用しているならアッセンダーを取り外し）、ブースト先端部を荷物側にスライドさせて送る。
4. 再びロープを引く（以下 2～4 繰り返し）。

6-3 サブホイスト

ホーリングシステムとは独立したホイストシステムがあると、とても便利。

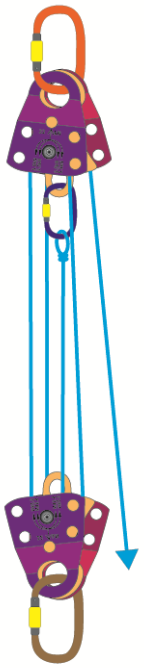
特に**メインロープ系ホイストでホーリング中のホーリング⇔ロワーリングの切り替えやロープジョイントノットの通過などの中間行動の際には、独立したホイストがあるとかなりの工程を省くことができる。**

ブーストロープの引手側を自分のアッセンダーやディッセンダーで捕獲して使用することができるよう、φ8㎜以上のロープを使って組み立てる。

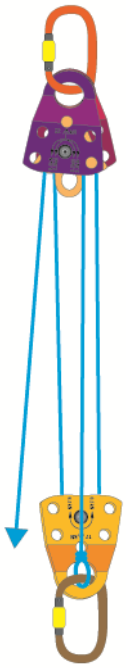


サブホイストに直径８㎜のロープを使用すると、
救助者のアッセンダー・ディセンダーを使用して
カウンターウェイトで運用することができる。

同軸 2 連プーリーを二つ用いた下向きの引きの 4 倍ブーストが代表的。
3 倍ブーストであればシングルプーリー3 個、もしくは 2 連プーリー*1、シングルプーリー*1 で構築できる。



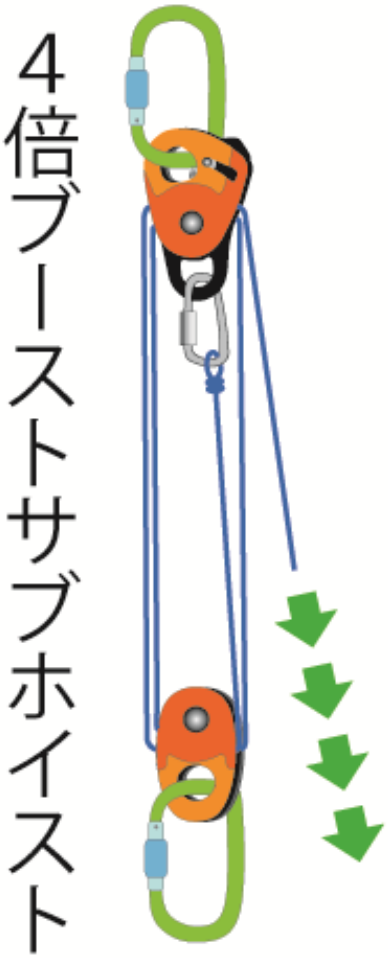
4 倍ブーストホイスト



3 倍ブーストホイスト

PETZL のジャグ・ジャグトラクションを使うと、さらにコンパクトなサブホイストを作ることができる。
ジャグトラクションは高効率同軸 2 連プーリーに小型カムが内蔵されており、とても便利。





6-4 ホーリング（ロワーリング）中の中間動作

ホーリングやロワーダウンは、単純動作を継続するだけでなく、作業中に数種類の中間動作を行う必要が生じる場合がある。

例えば、ホーリング中に要救助者が突起に引っ掛かり、短距離でロワーリングする必要があったり、ロワーダウン中に状況が変わり、ホーリングしなければならなくなったりして、要救助者が空中にいる状態でホーリング⇔ロワーリングの変換をしなくてはならなくなったりする。また一本のロープの長さが作業比高差に足りない場合にはロープジョイントを通過させる作業も必要となる。

採用するホーリングシステムとメインディバイス、中間動作の種類によってそれぞれ通過手順が異なる。

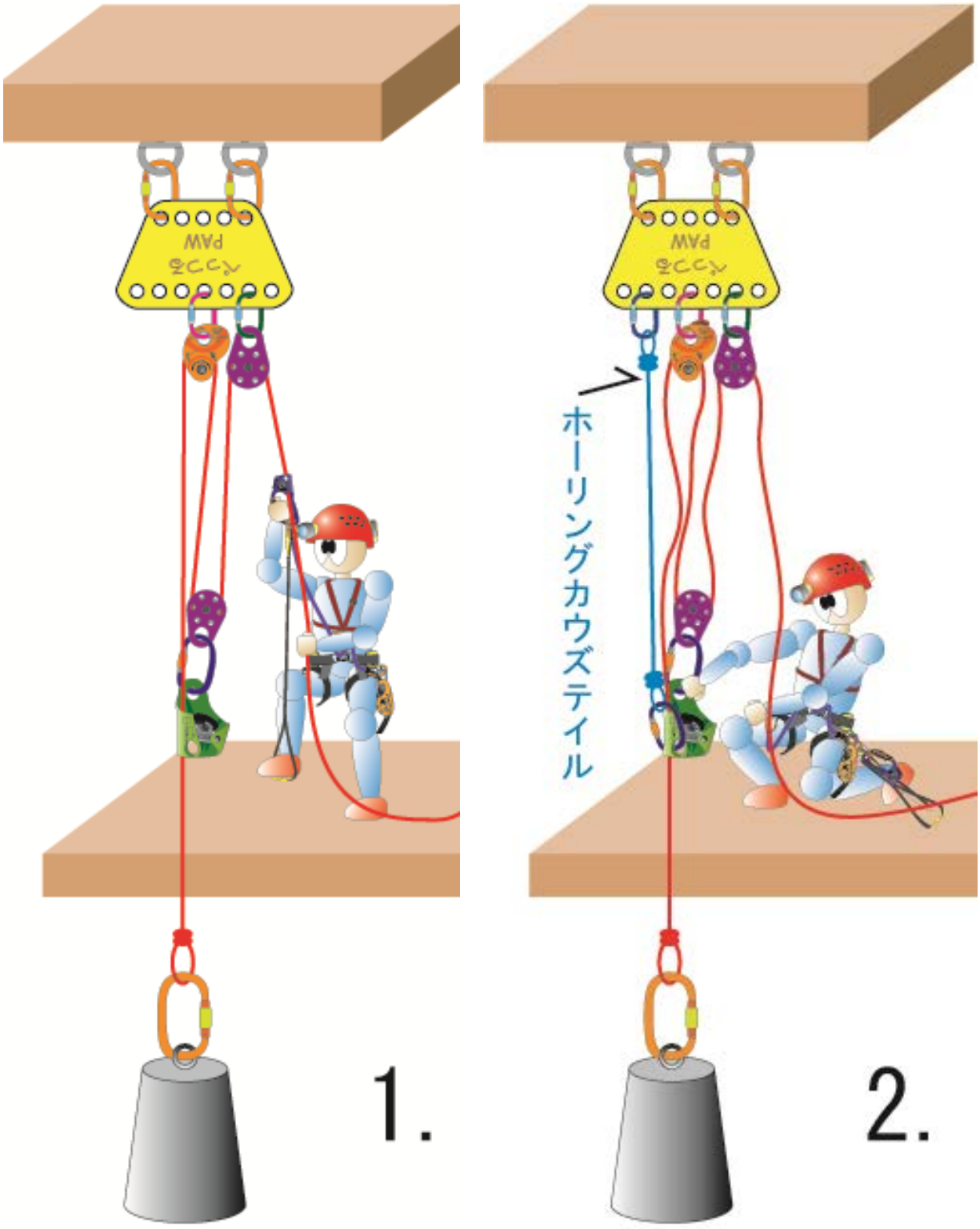
以下に具体的な手順を示す。

採用システムがメインロープ系ホイストの場合

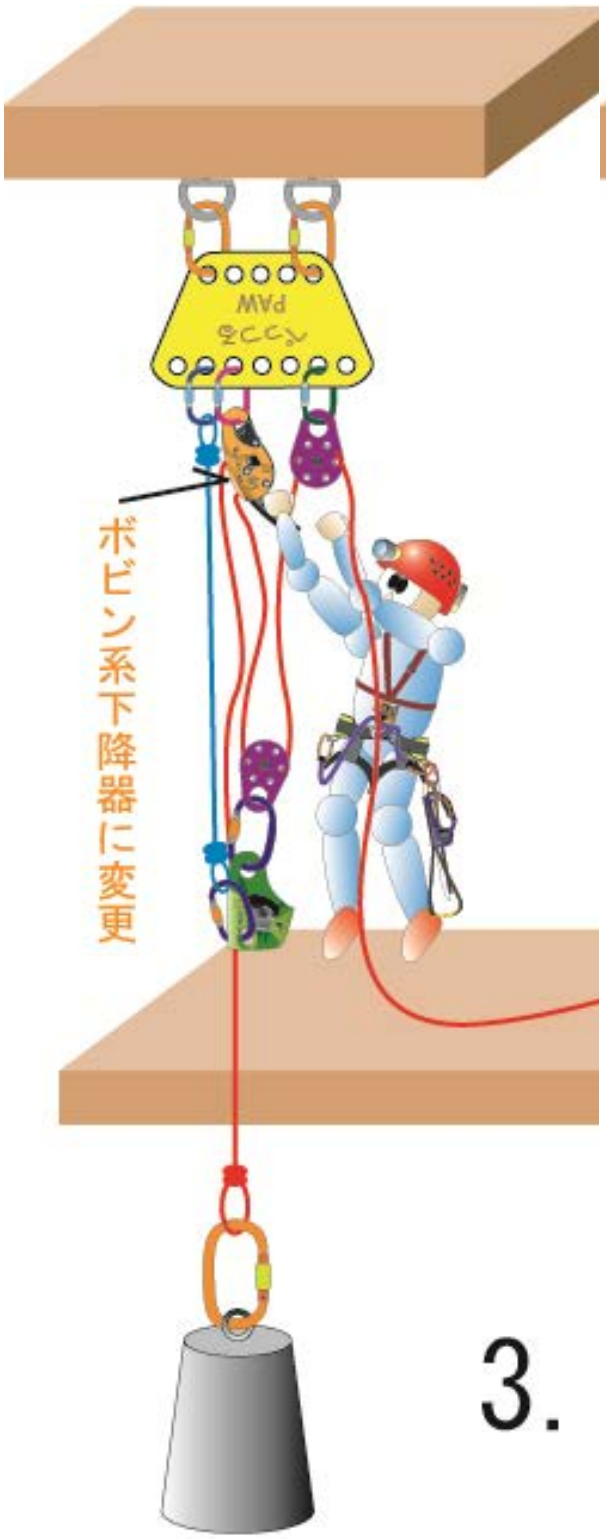
メインディバイス ＼ 中間行動		ホーリング⇒ロワーリング	ロワーリング⇒ホーリング	ホーリング⇒短距離ロワーリング	ロワーリング⇒短距離ホーリング	ロープジョイント通過
ホーリング	プーリー・アッセンダー複合体（プーリーカム）	ブースト先端をホーリングカウズテイルで捕獲し、メインディバイスを変更（行動1）		メインアンカー（レスキュアー）に下降器を取り付け、 プル側ロープを接続する。 再テンションしてカムのスパイクを解除する。 下降器を操作してロワーダウンを行う。 さらにロワーリングを行う場合は、再度カムのスパイクを有効化し、 先端部をプルージックダウンさせた後、同じ動作を繰り返す。 （行動4）		ジョイント部がメインディバイスまで上がってきたら、ホーリングカウズテイルで先端部を捕獲する。 メインディバイスから一旦ロープを取り外し、 ジョイント部を通過させて、改めてメインディバイスに取り付ける。 再テンションし、ホーリングカウズテイルを解除する。 （行動8）
	プーリー・ギブス系クランプ複合体			再テンションしてギブスのカムを押し上げる。 カムを押し上げつつプル側ロープを操作してロワーダウンを行う。 さらにロワーリングを行う場合は、再度カムを有効化し、 先端部をプルージックダウンさせた後、同じ動作を繰り返す。 （行動5）		
	プーリー・プルージック複合体			再テンションしてプルージックを押し上げる。 プルージックを押し上げつつプル側ロープを操作してロワーダウンを行う。 さらにロワーリングを行う場合は、再度プルージックを有効化し、 先端部をプルージックダウンさせた後、同じ動作を繰り返す。 （行動6）		
	ボビン系下降器	ブースト先端部を解除して下降器を操作する。 （行動2）		ブースト先端部を解除して下降器を操作する。（行動2）		
ロワーリング	ボビン系下降器		ブースト先端部を取り付けて,ホーリングカウズテイルで先端部を捕獲する。 ホーリングカウズテイルにテンションが移っているうちに、メインディバイスをホーリング用に変更する。 （行動3）		ブースト先端部を取り付けてホーリングする。 （行動7）	予備の下降器をメインアタッチメントに接続し、サブロープを通す。 （予備の下降器がなければサブロープをイタリアンヒッチにして使用） サブロープ先端にロープクランプを接続し、メインロープを捕獲する。 メイン下降器を下降させ、サブ下降器にテンションを移す。 ジョイント部をメイン下降器を通過させて取り付けなおす。 サブ下降器を操作し、メイン下降器にテンションを移して、ジョイント部通過完了。 （行動9）
	ラック					

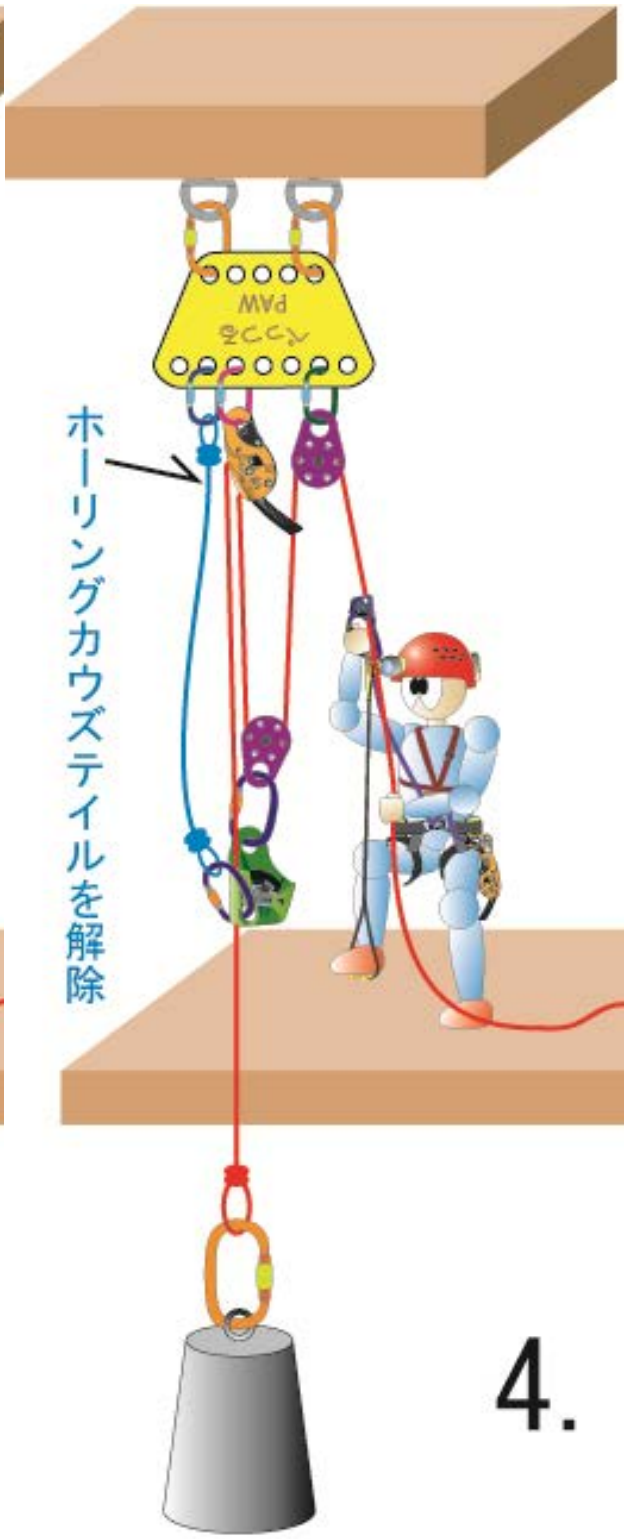
行動 No.1　メインロープ系ホイスト　ホーリング⇒ロワーリング

1. ホーリングを停止。
2. ホーリングカウズテイルをブースト先端部に取り付けて、再テンションしてホーリングメインディバイスを解除する。

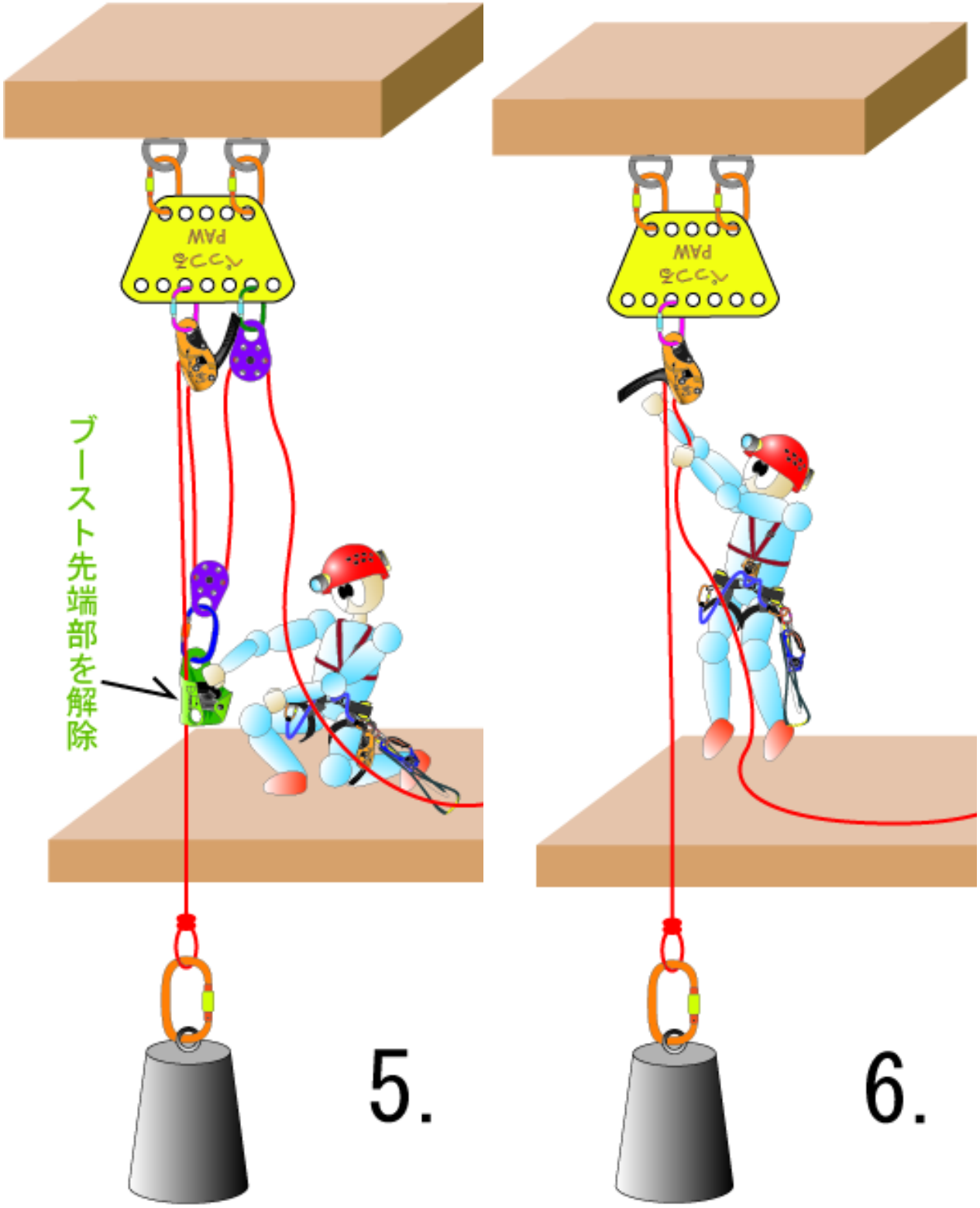


3. ホーリングディバイスに代わりボビン系下降器を取り付ける。
4. 再テンションしてホーリングカウズテイルを解除する。



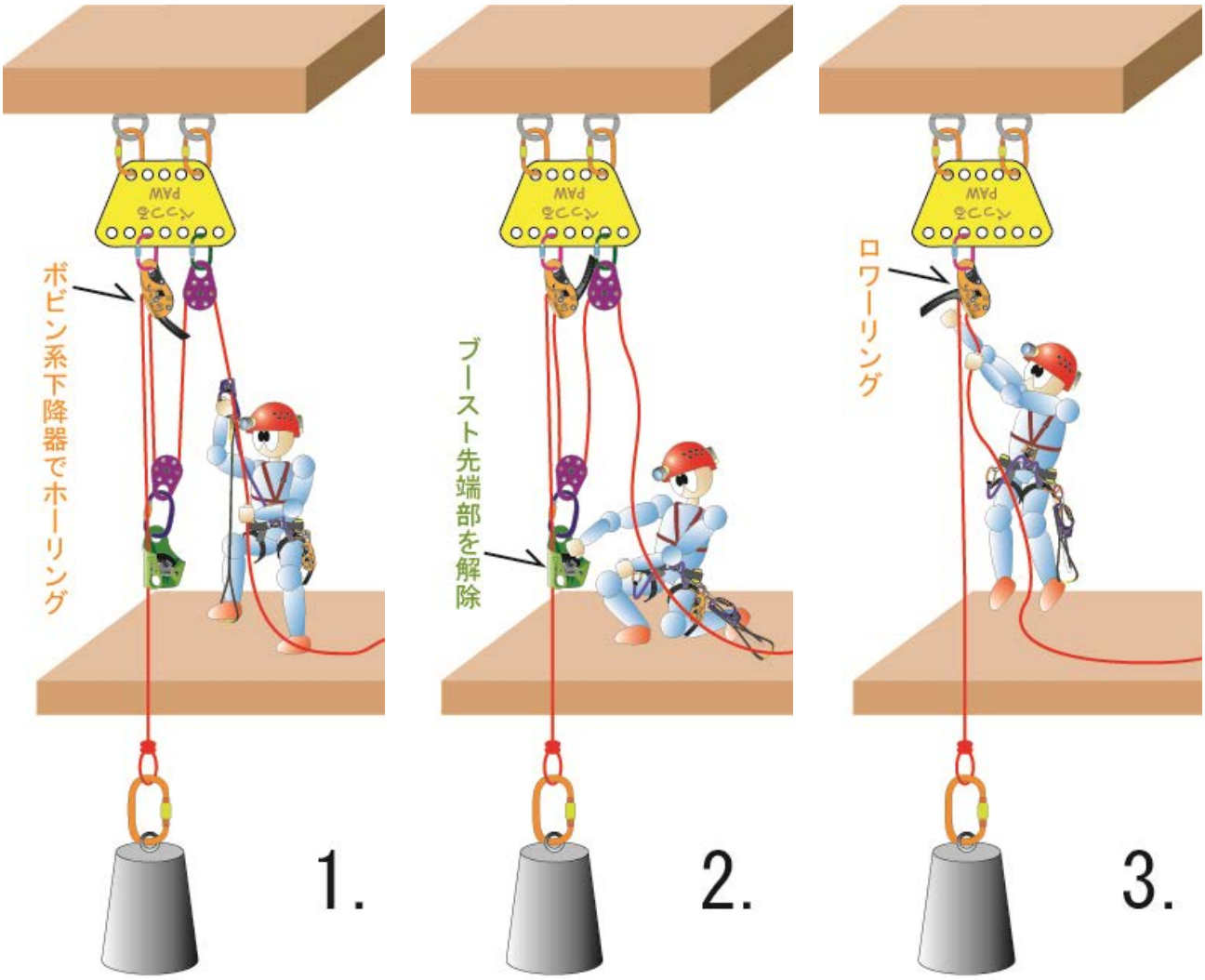


5. ブースト先端部を解除する。
6. ロワーリングを開始する。



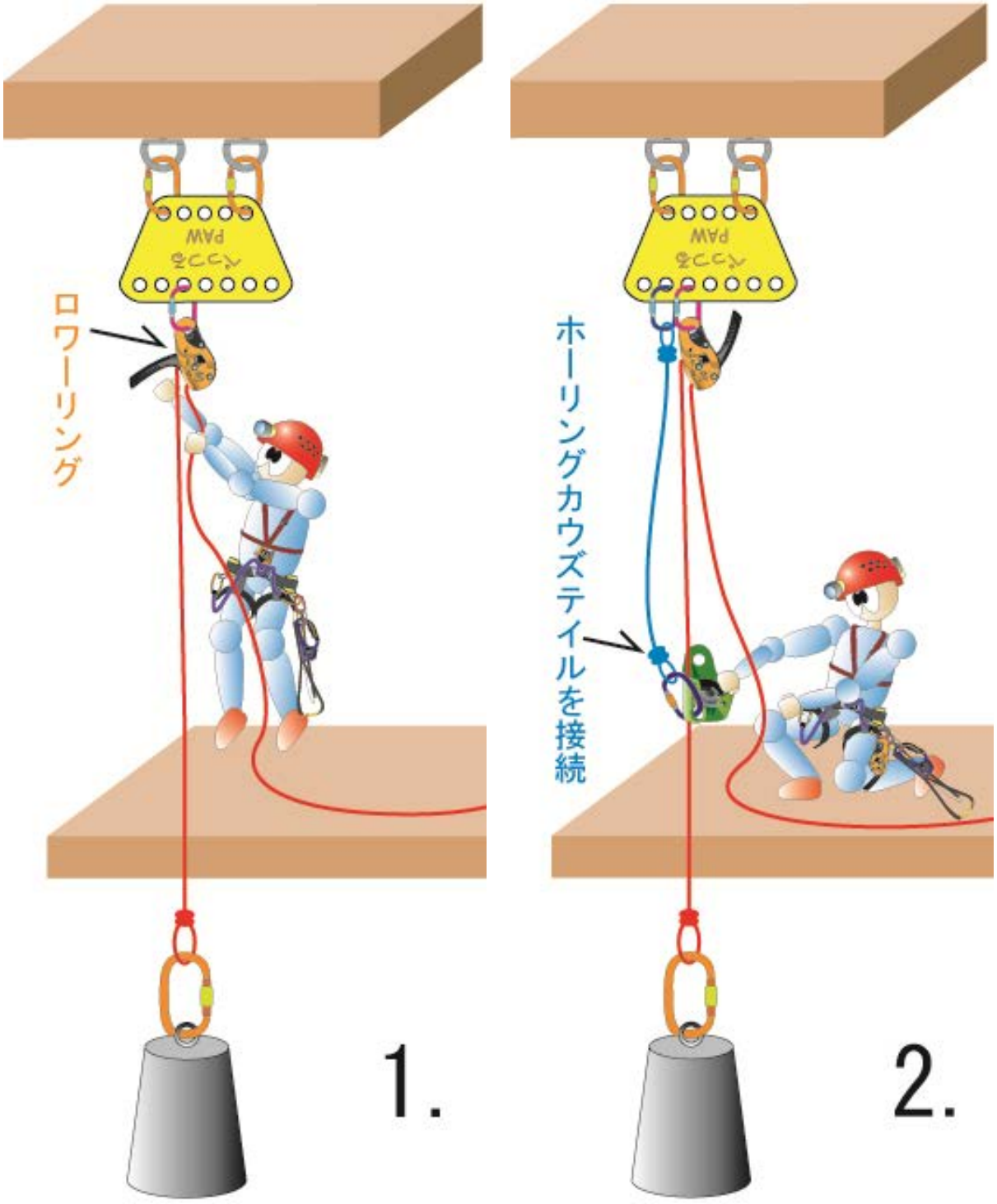
行動 No.2　メインロープ系ホイスト　ホーリング⇒ロワーリング

1. ボビン系下降器をメインディバイスとしてホーリング。
2. 下降器をロックして、ブースト先端部を解除する。
3. ロワーリングする。

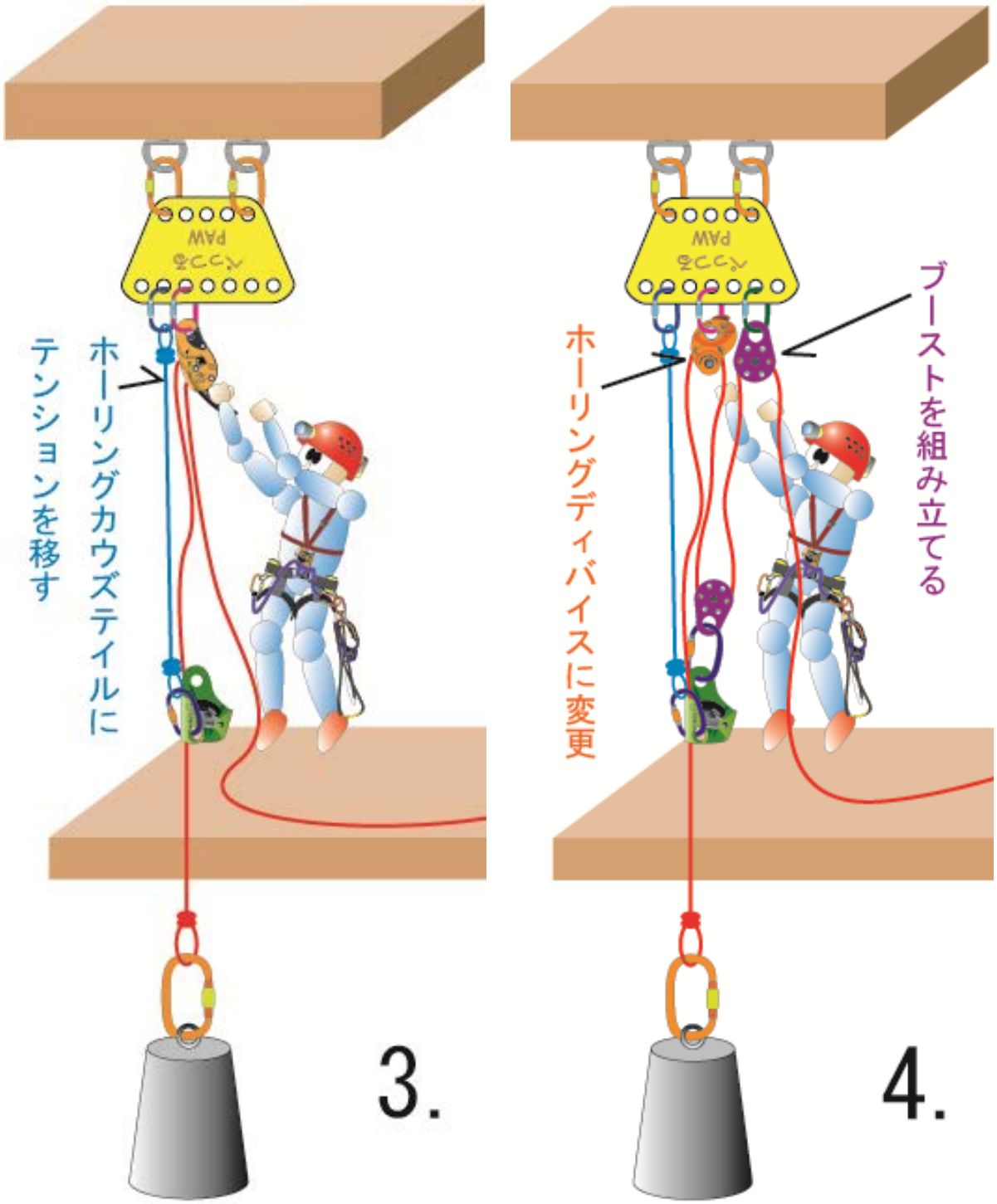


行動 No. 3　メインロープ系ホイスト　ロワーリング⇒ホーリング

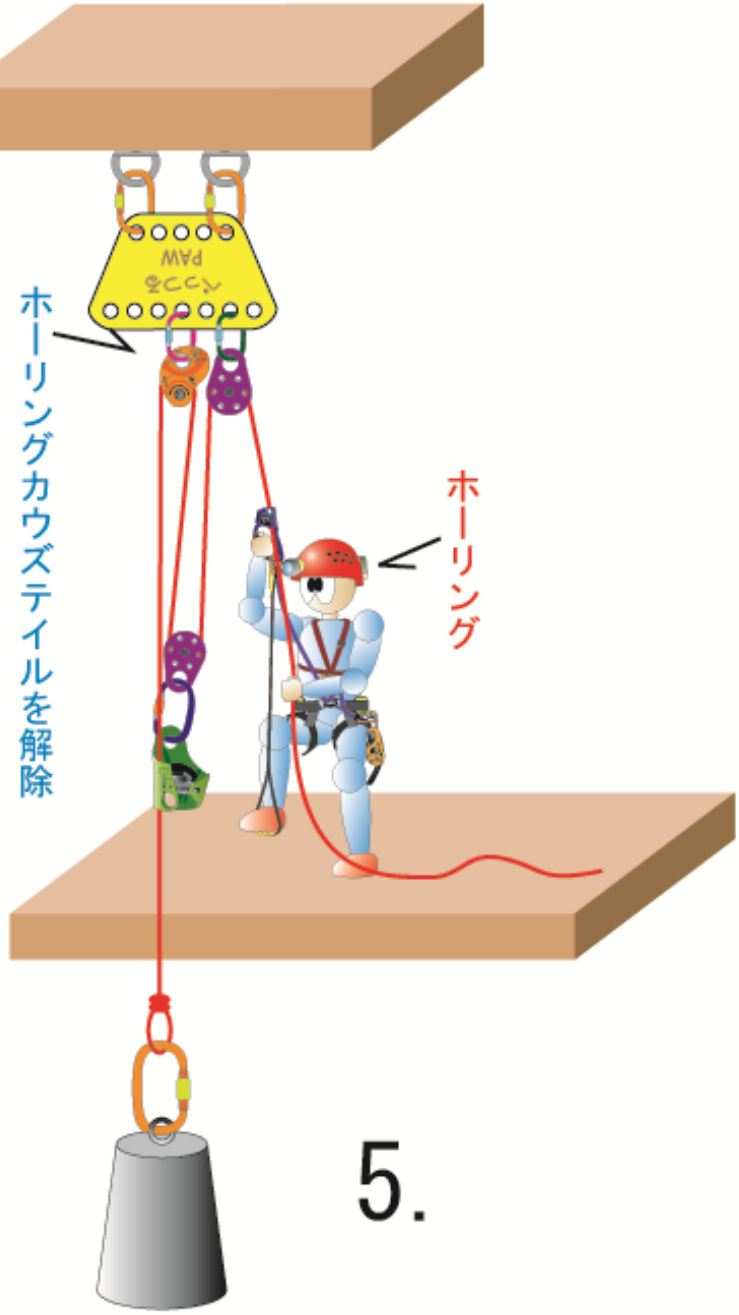
1. ロワーリング中。
2. 下降器をロックして、ホーリングカウズテイルでロープを捕獲する。



3. 下降器を送ってホーリングカウズテイルにテンションを移す。
4. メインディバイスをホーリングディバイスに変更し、ブーストを構築する。

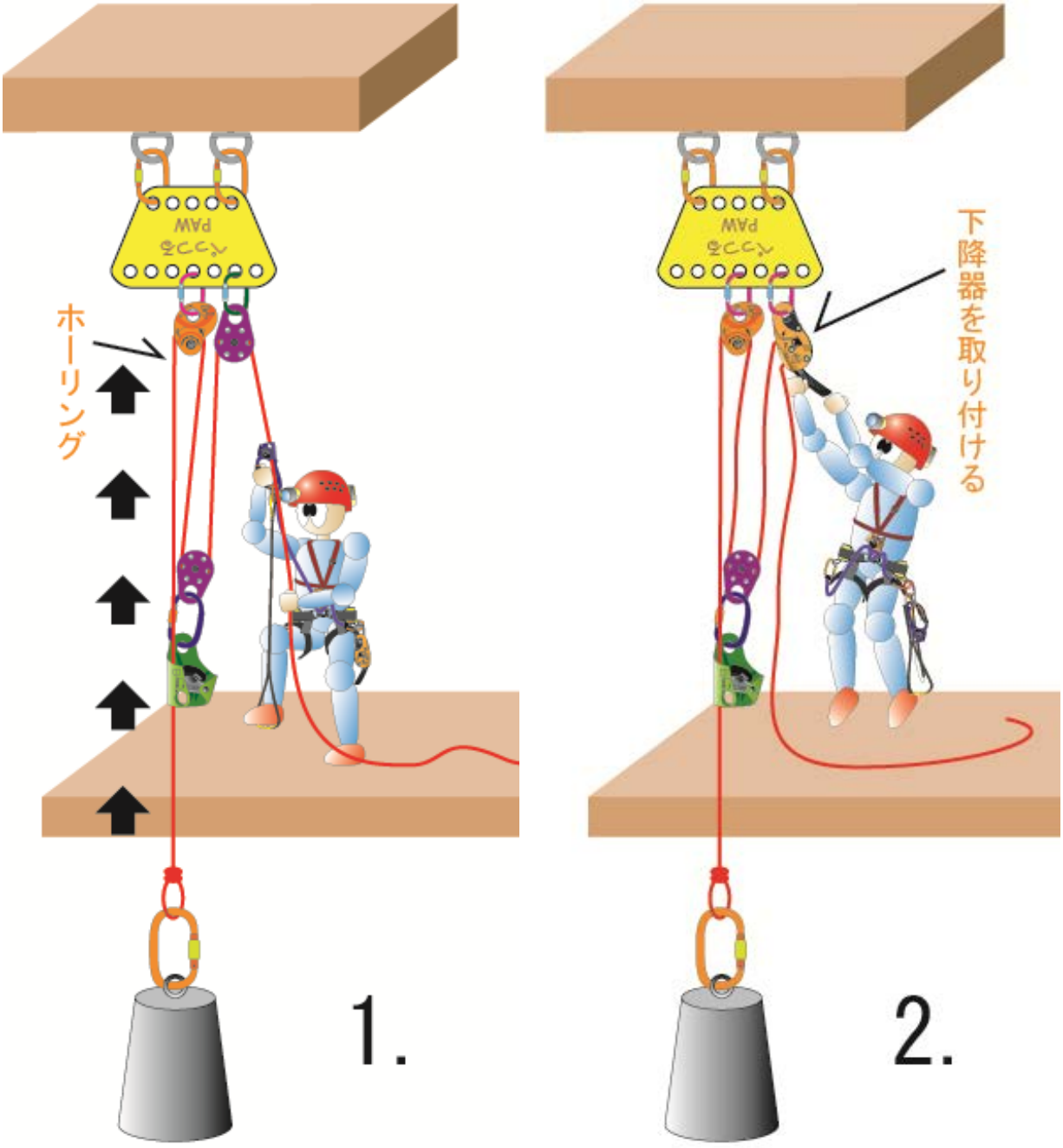


5. メインロープのホーリングを開始し、ホーリングカウズテイルを解除する。

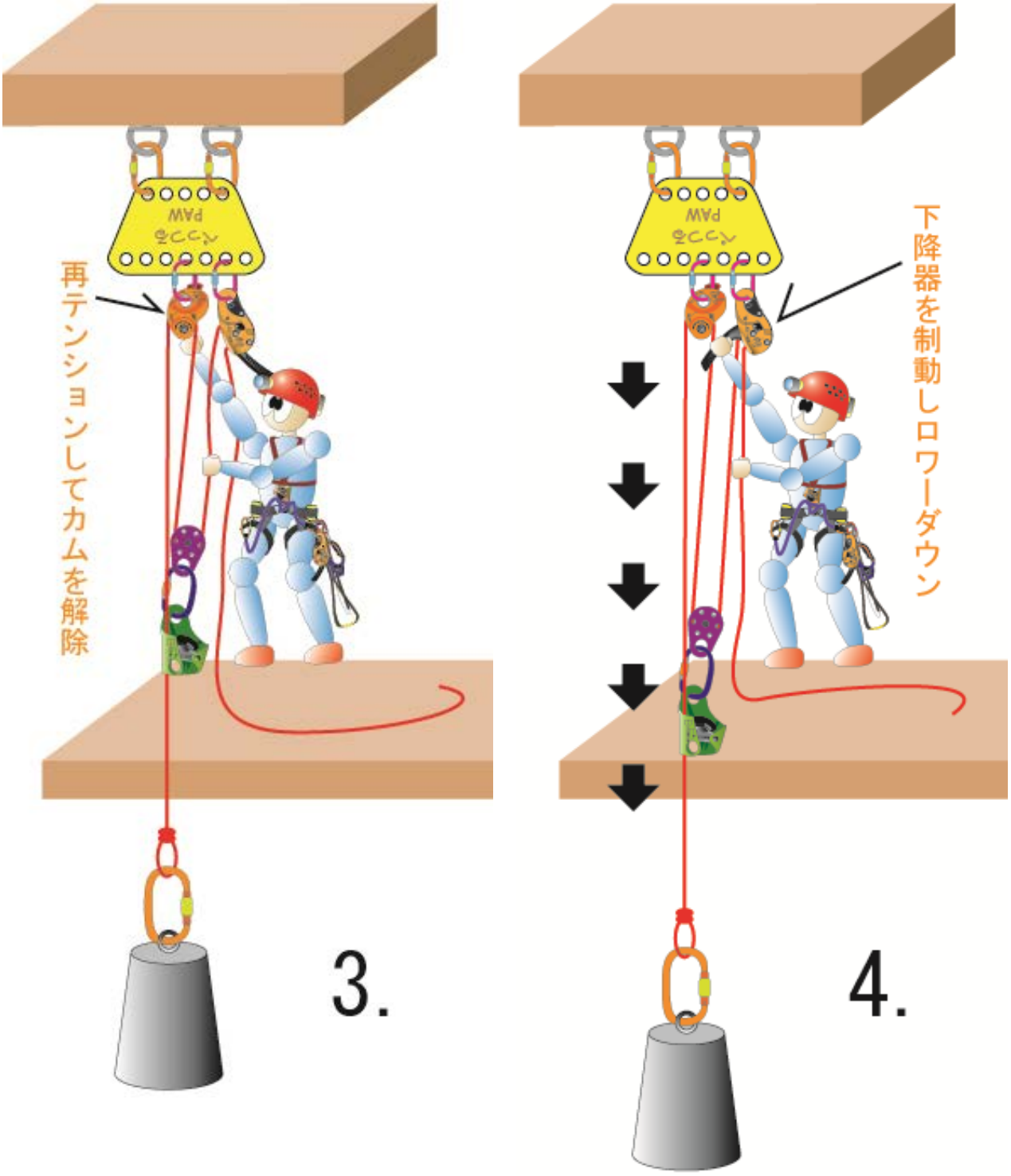


行動 No. 4　メインロープ系ホイスト　ホーリング⇒短距離ロワーリング

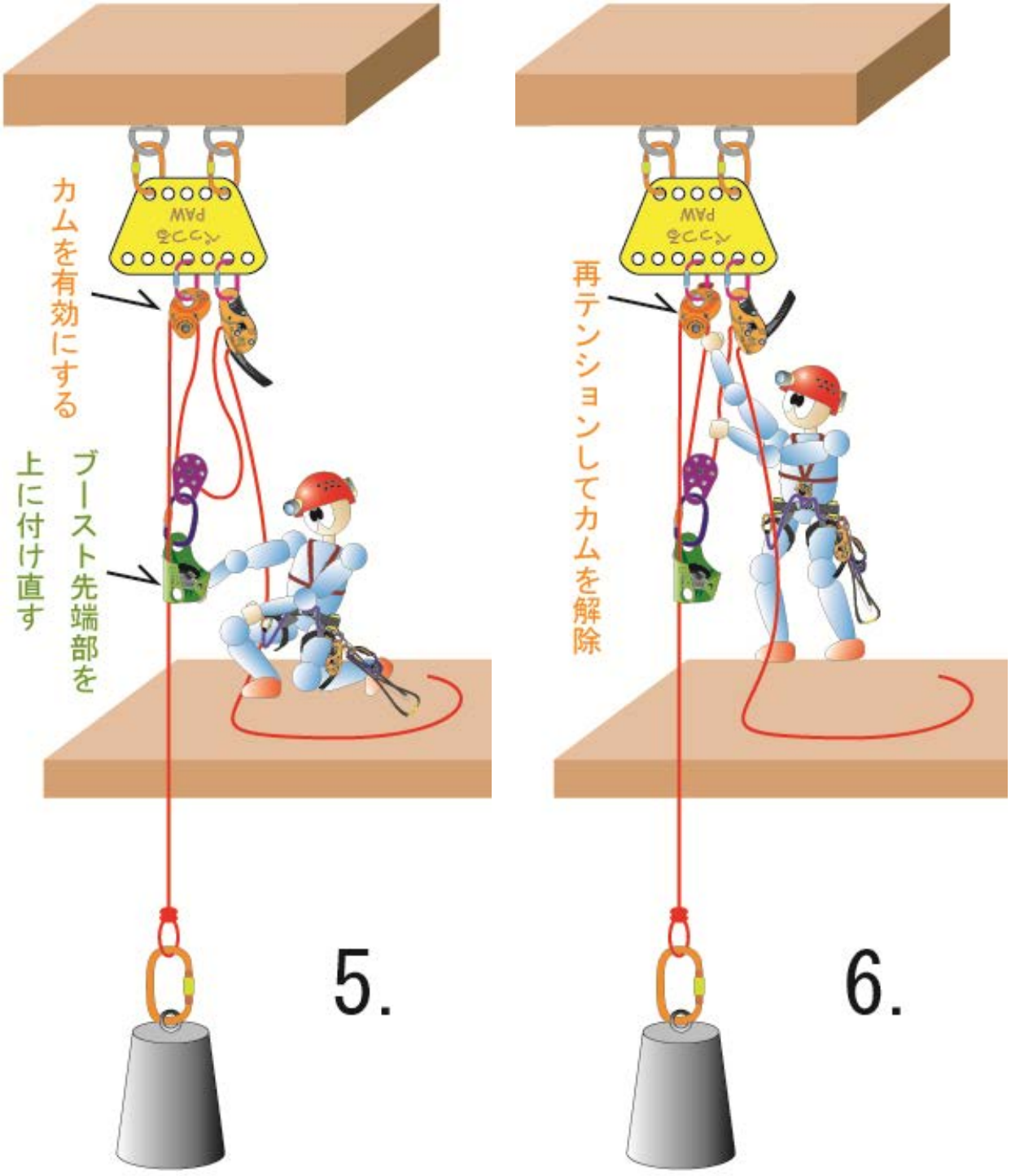
1. ホーリング中。
2. プル側末端に下降器を取り付ける。



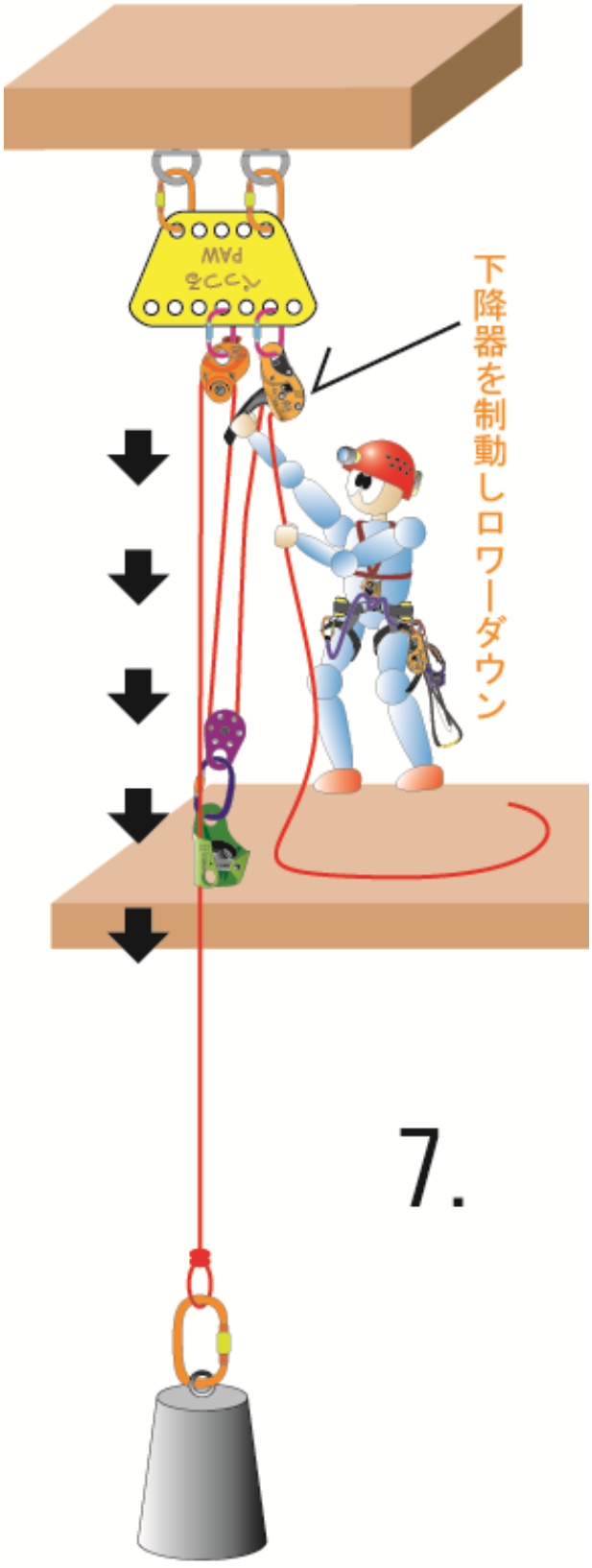
3. 再テンションし、カムを解除する。
4. 下降器を制動して短距離ロワーリングを行う。



5. さらにロワーリングする必要がある場合は、
　メインディバイスのカムを有効にして、ブースト先端部を上に付け直す。
6. 再テンションして、カムを解除する。

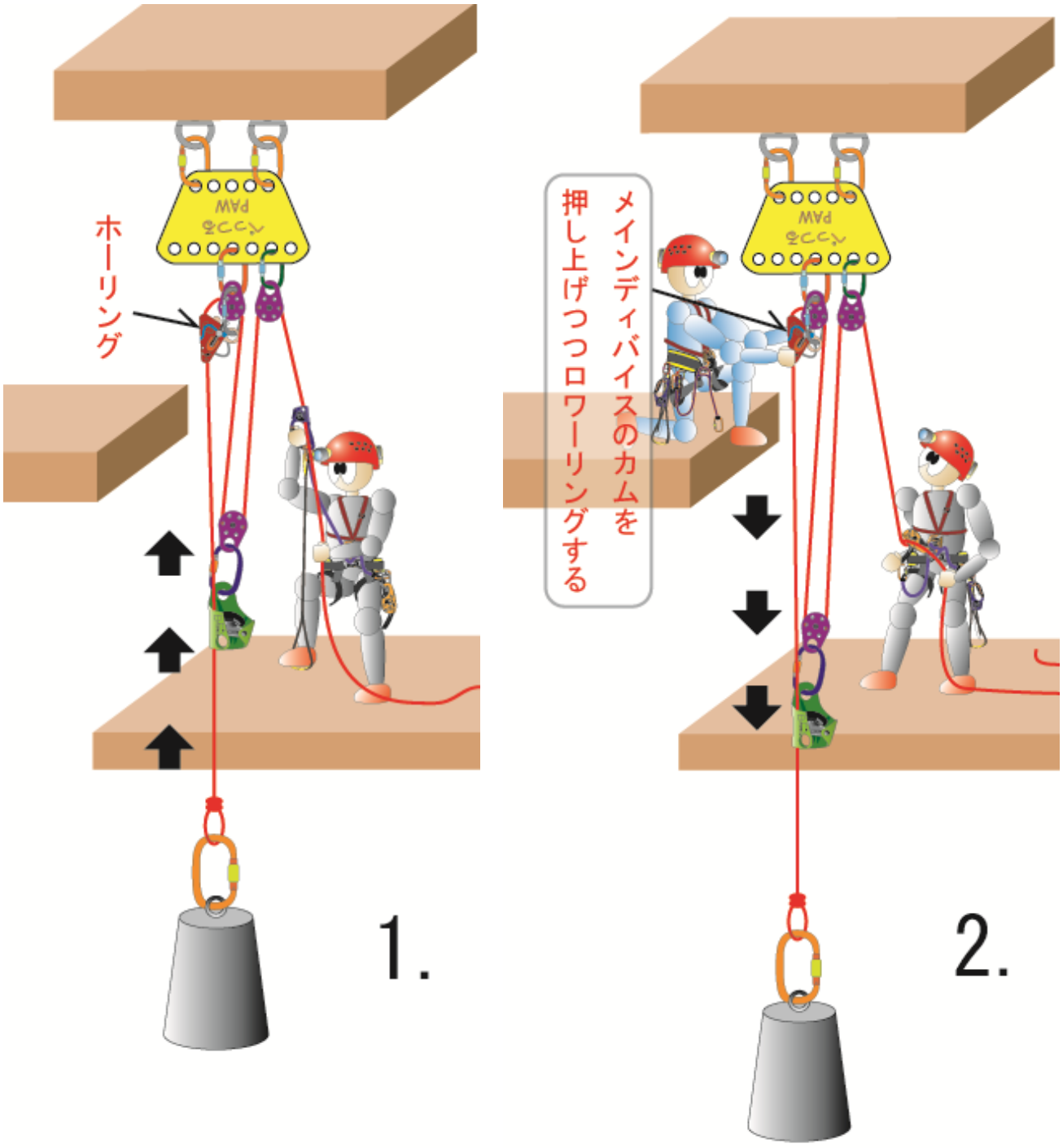


7. 下降器を制動し、さらに短距離ロワーリングを行う。



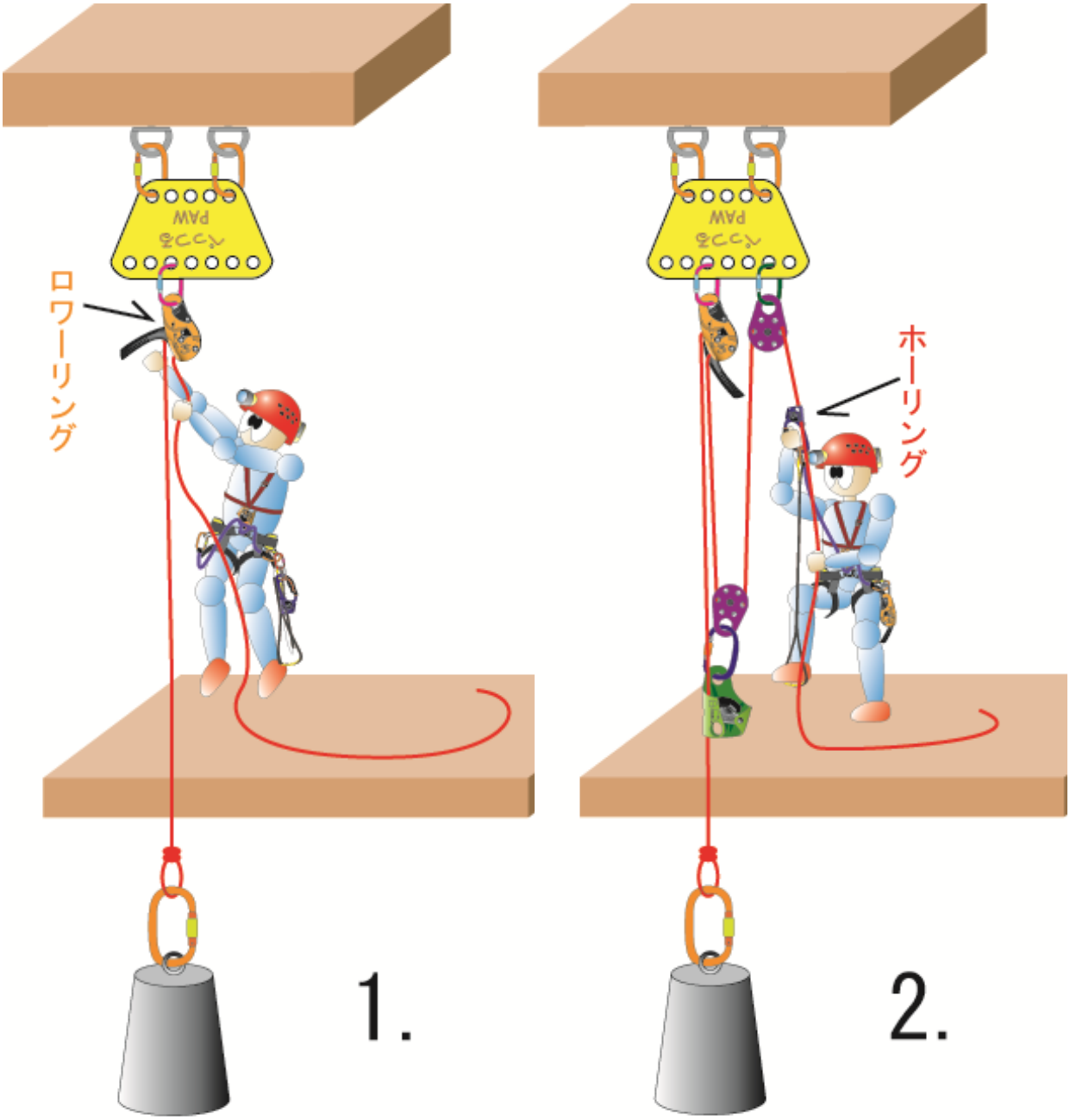
行動 No.5・6　メインロープ系ホイスト　ホーリング⇒短距離ロワーリング

1. ホーリング中。
2. メインディバイスのカムを押し上げつつ、ロープを下降させる。
   カムから手を放せばすぐにロックがかかるので、ロープを手で握りながらゆっくり降ろしてもよいが、念のため下降器を併用することが望ましい。
   ロワーリングを継続する場合は行動 4 と同じく、ブースト先端部を一旦上に付け直して繰り返す。



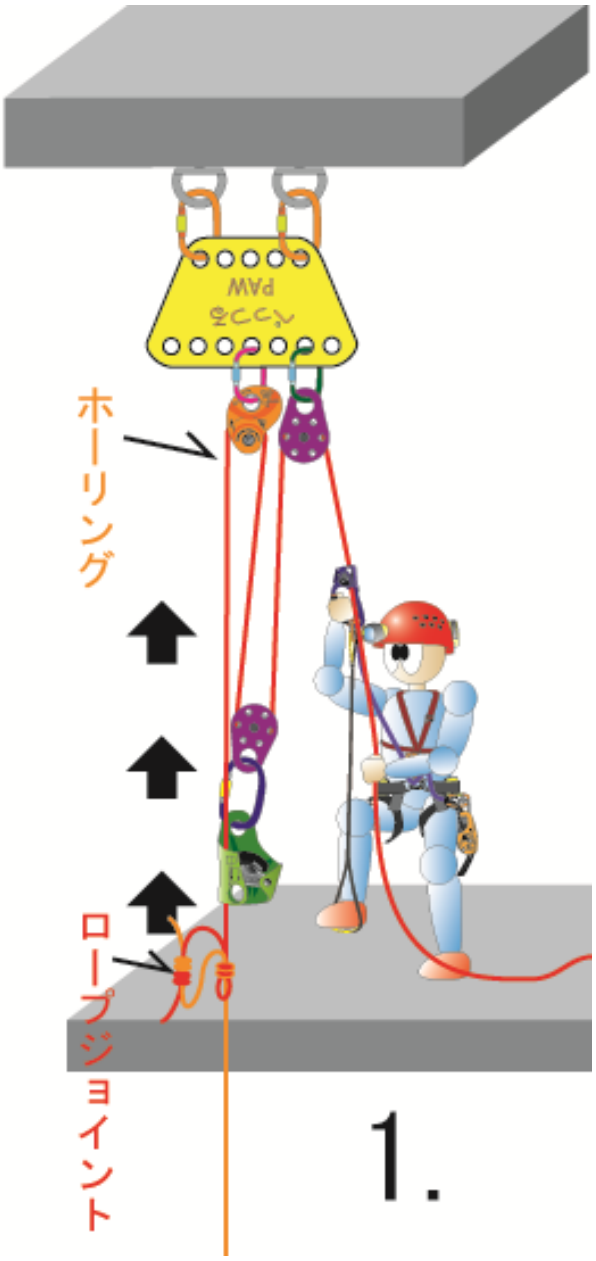
行動 No. 7　メインロープ系ホイスト　ロワーリング⇒短距離ホーリング

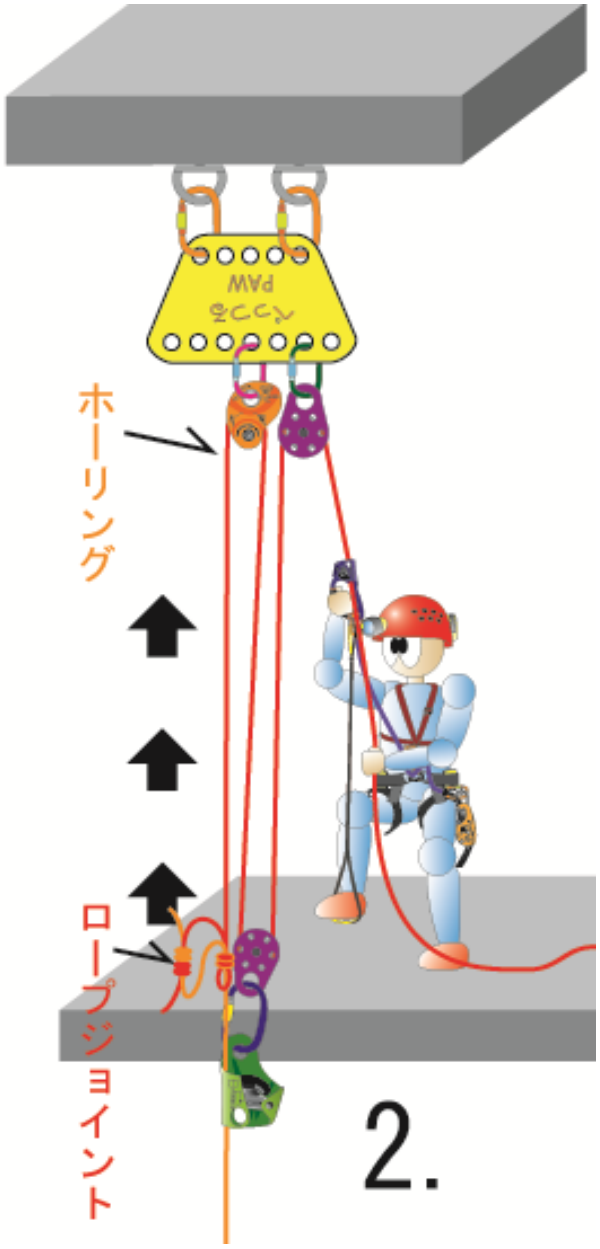
1. ロワーリング中。
2. ブースト先端部を取り付け、ホーリングを行う。
   このままホーリングを続けることができるが、プーリー効率が悪い。
   しかしブースト先端を外すだけでロワーリングに切り替えることができる利点がある。



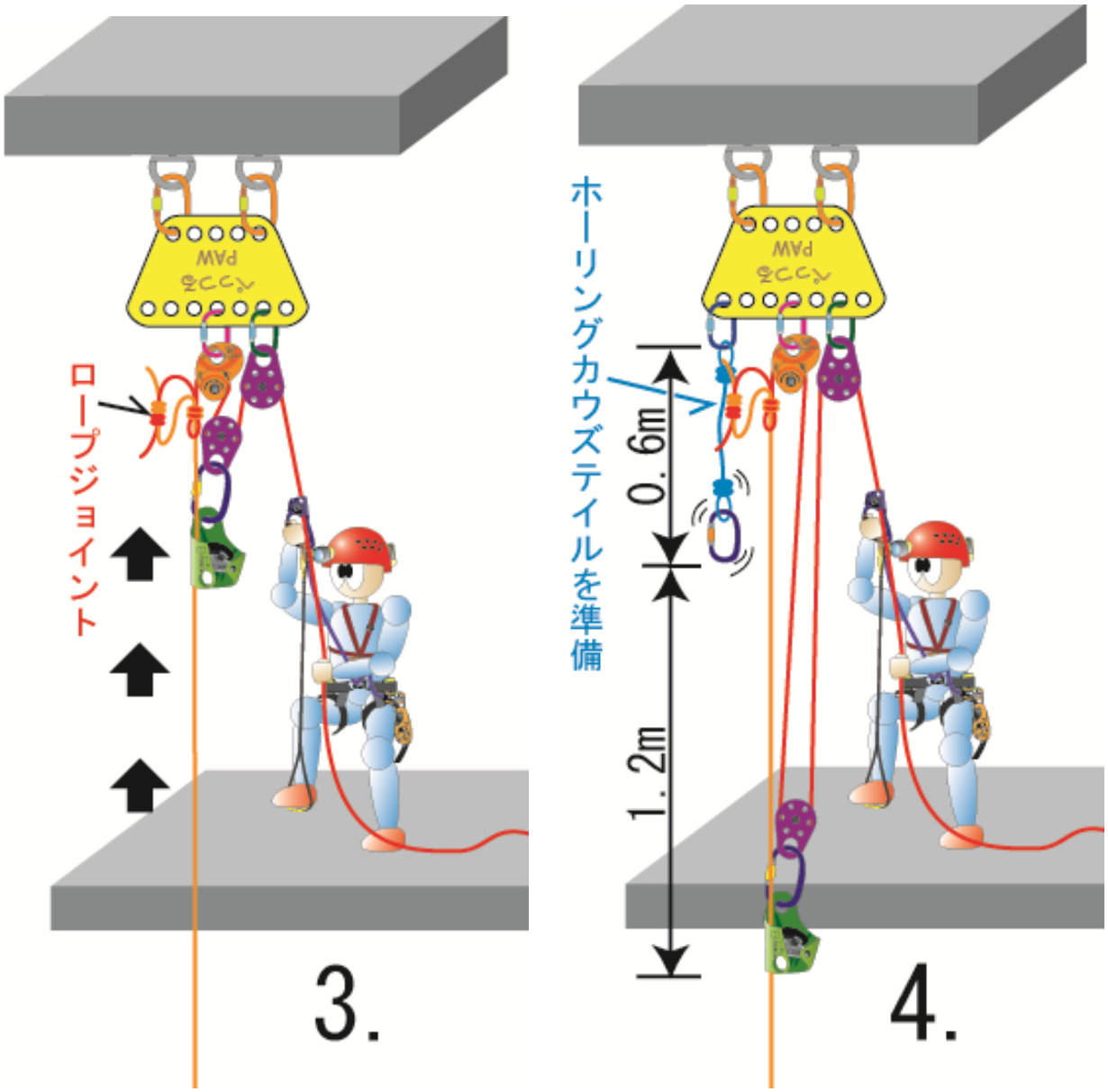
行動 No. 8　メインロープ系ホイスト　ホーリング中のロープジョイント通過

1～2. ロープジョイントがブースト先端まで上がってきたら、
先端部を一旦取り外し、ロープジョイント下に付け替える。

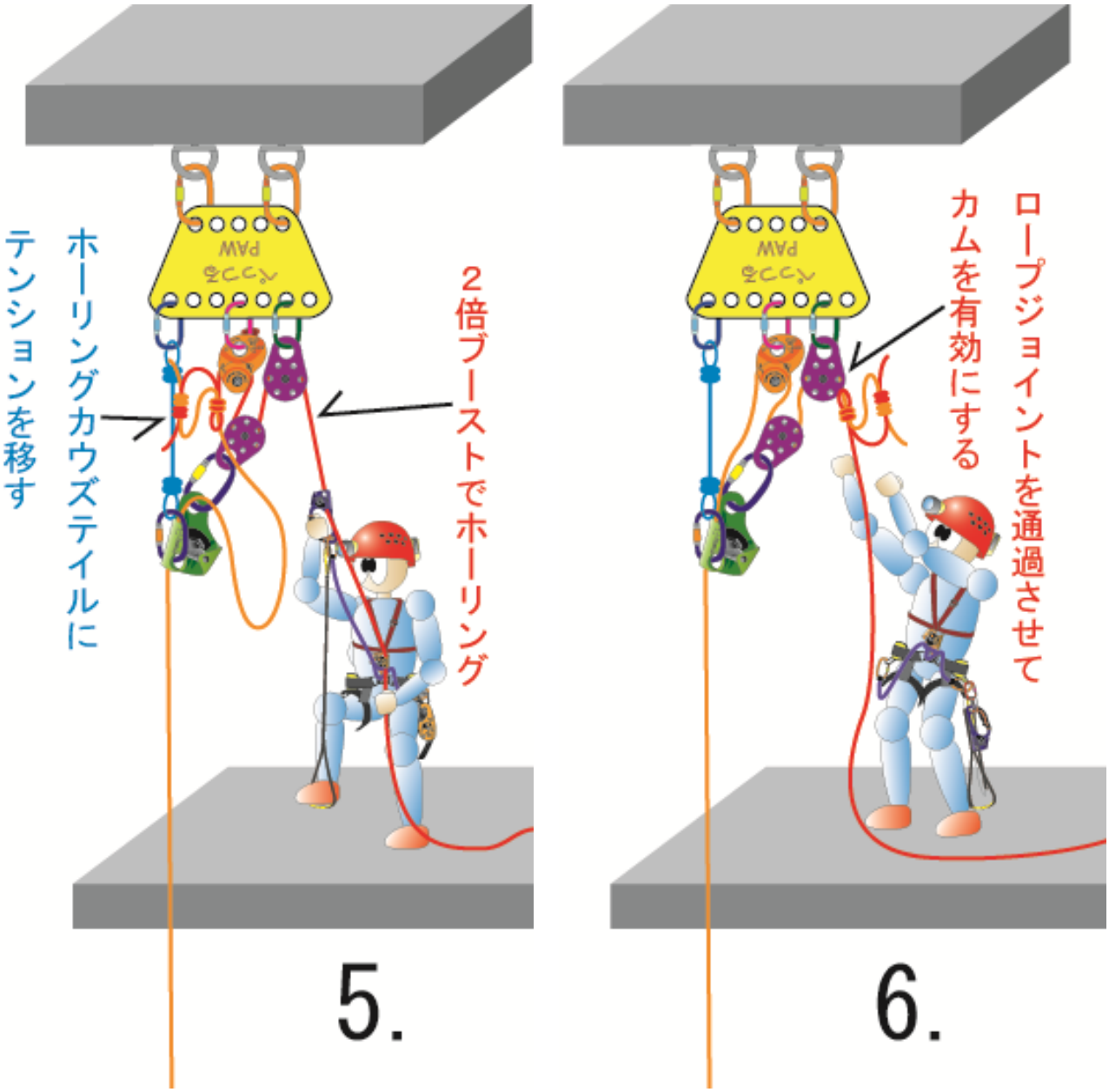




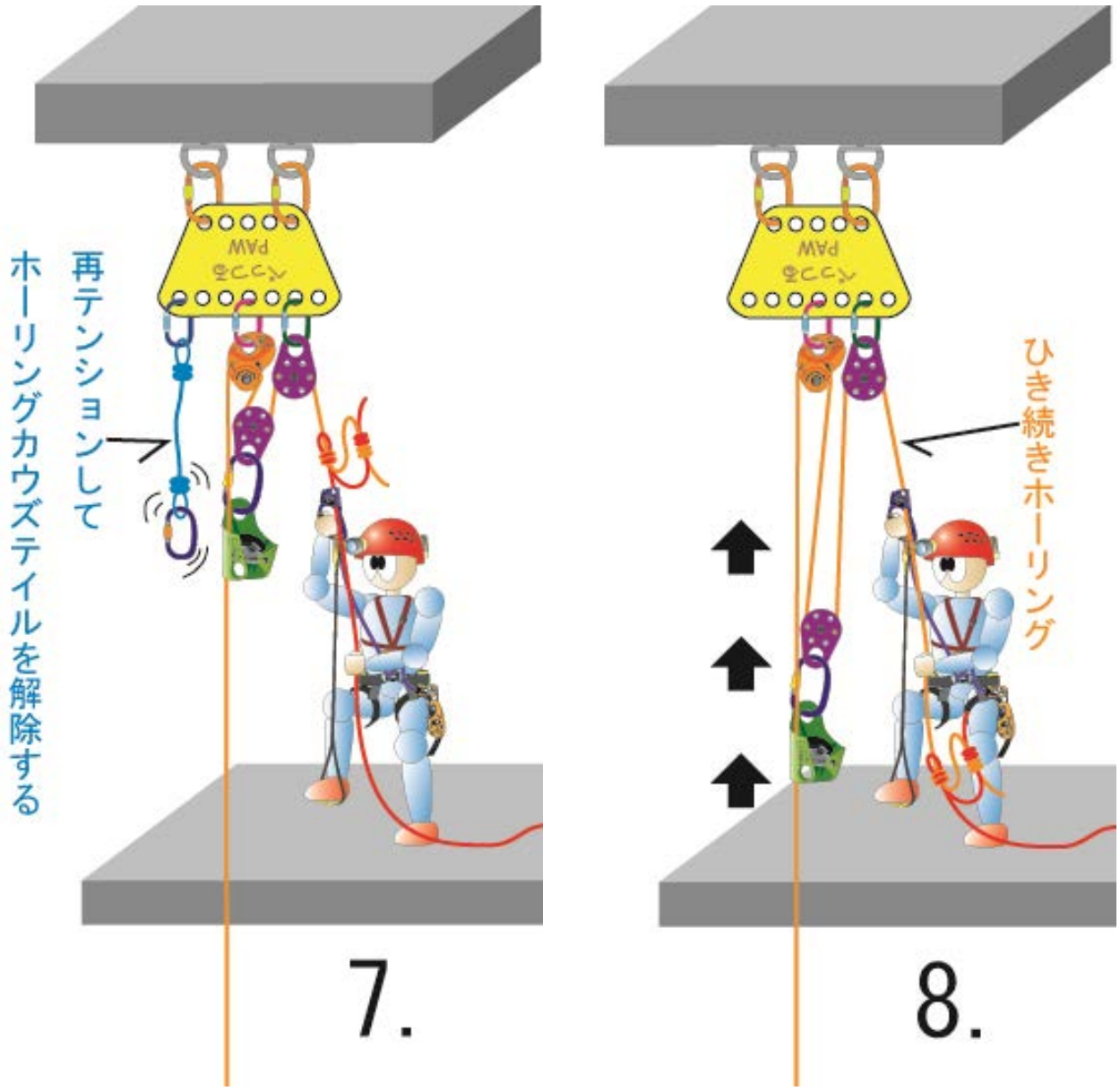
3. ロープジョイントがメインディバイスまで上がってきた。
4. ホーリングカウズテイル（0.6m）を準備して、ブースト先端をさらに 1.2m に移動させる。



5. ロープジョイントがメインディバイスにジャミングされるため、
2 倍ブーストで、ホーリングカウズテイルがブースト先端に届くまでホーリングする。
ブースト先端にホーリングカウズテイルを接続する。
メインディバイスのカムを解除してホーリングカウズテイルにテンションが移るまで短距離ロワーダウンする。
6. ロープジョイントをブーストを通過させて、メインディバイスのカムを有効にする。

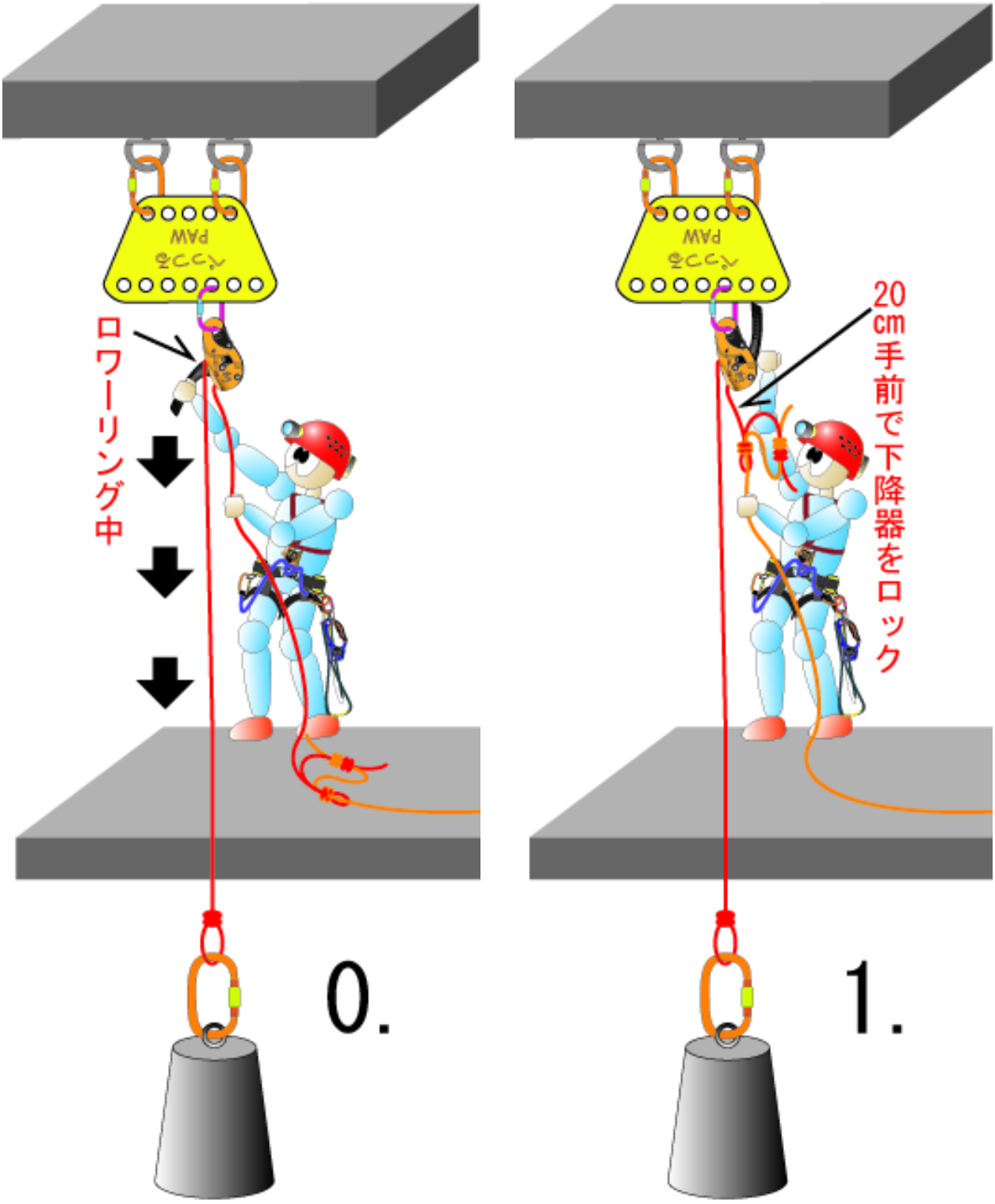


7. 再テンションしてホーリングカウズテイルを解除する。
8. 引き続きホーリングする。

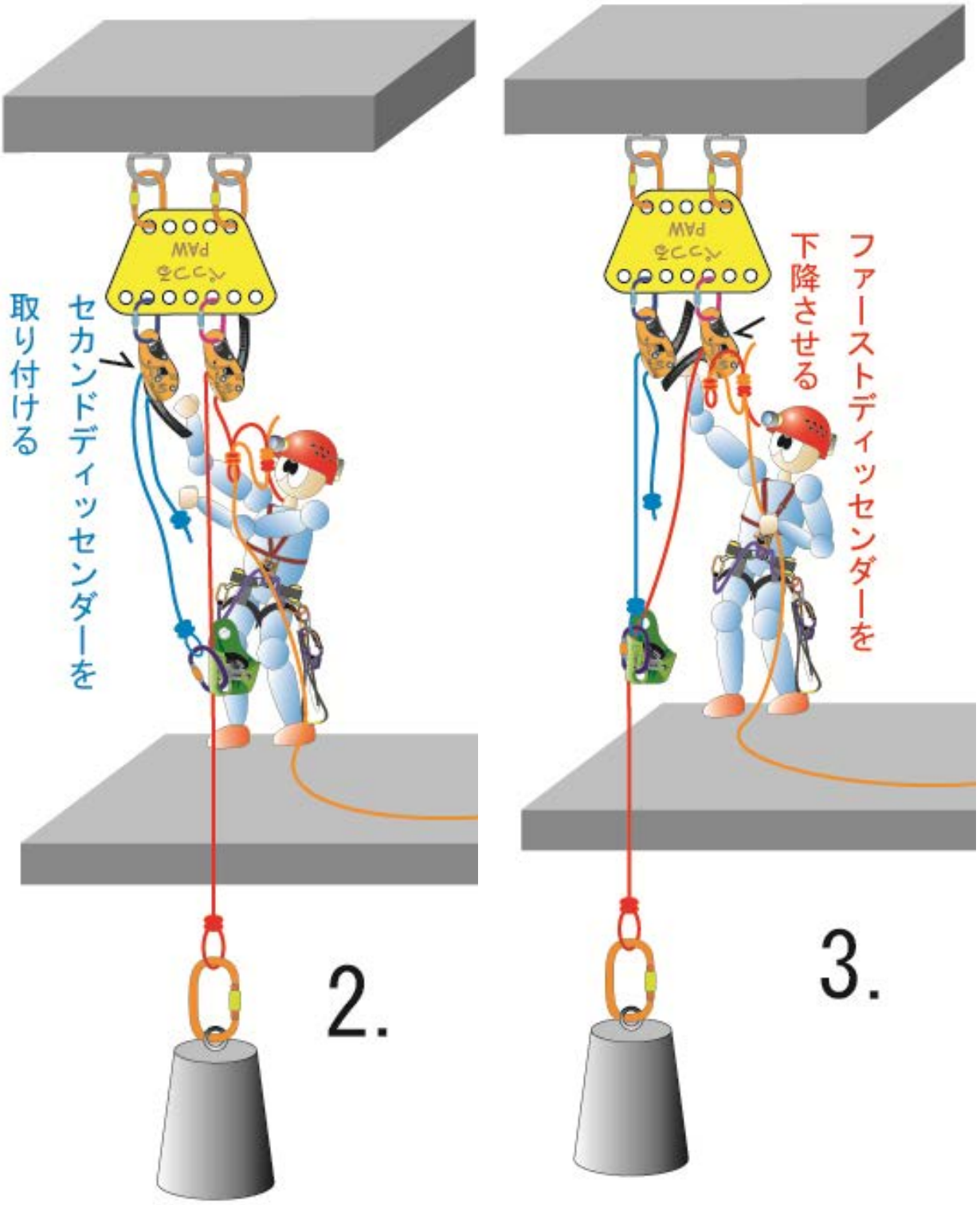


行動 No. 9　ロワーリング中のロープジョイント通過

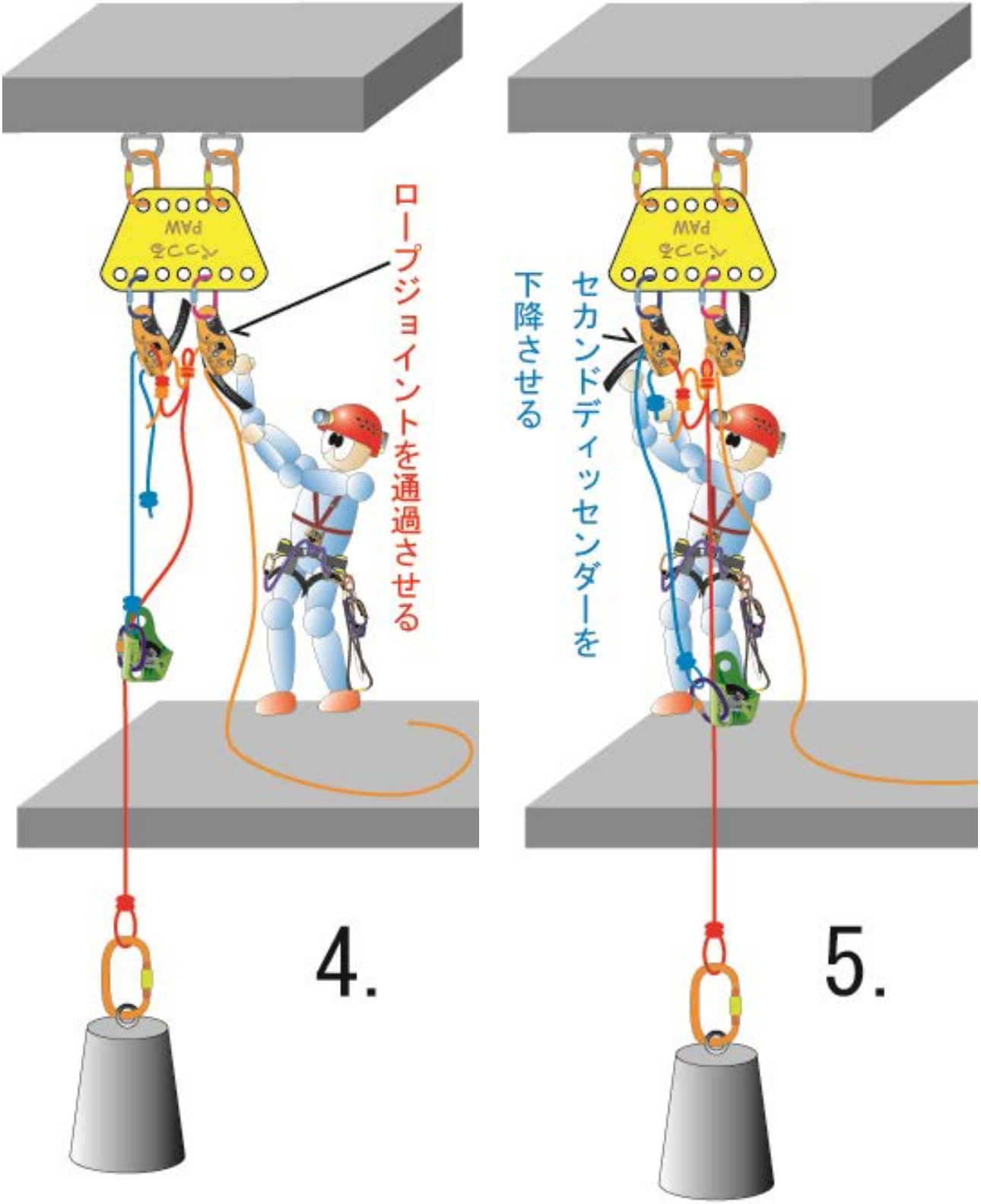
1. ロワーリング中にロープジョイントが下降器の 20 ㎝手前まで来たら下降器をロックする。



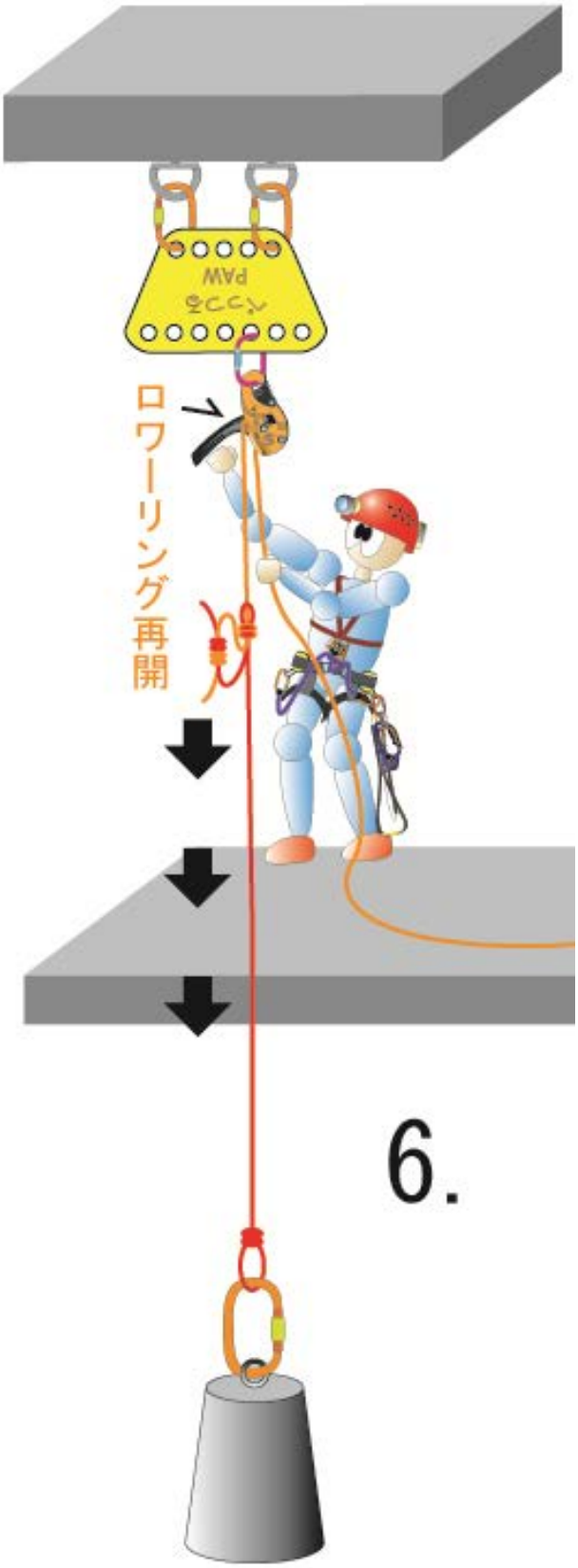
2. サブロープをセットしたセカンドディッセンダー（なければイタリアンヒッチ＋ハーフヒッチでも可）をメインアタッチメントに取り付ける。
   サブロープ先端にロープクランプを取り付けてメインロープを捕獲する。
3. ファーストディッセンダーを下降させてセカンドディッセンダーにテンションを移す。



4. ロープジョイントをファーストディッセンダーの下に移動させる。
5. セカンドディッセンダーを下降させてファーストディッセンダーにテンションを移し、セカンドディッセンダーを解除する。



6. ロワーリング再開

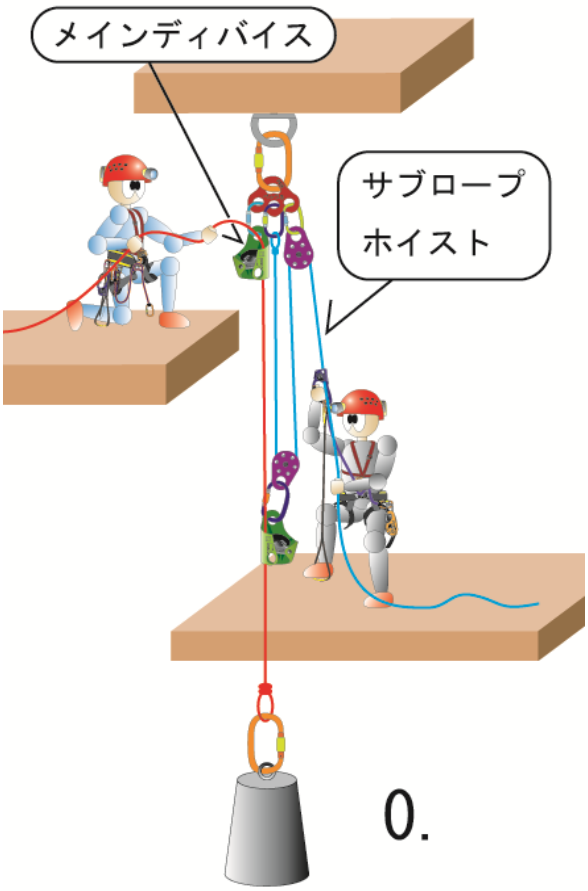


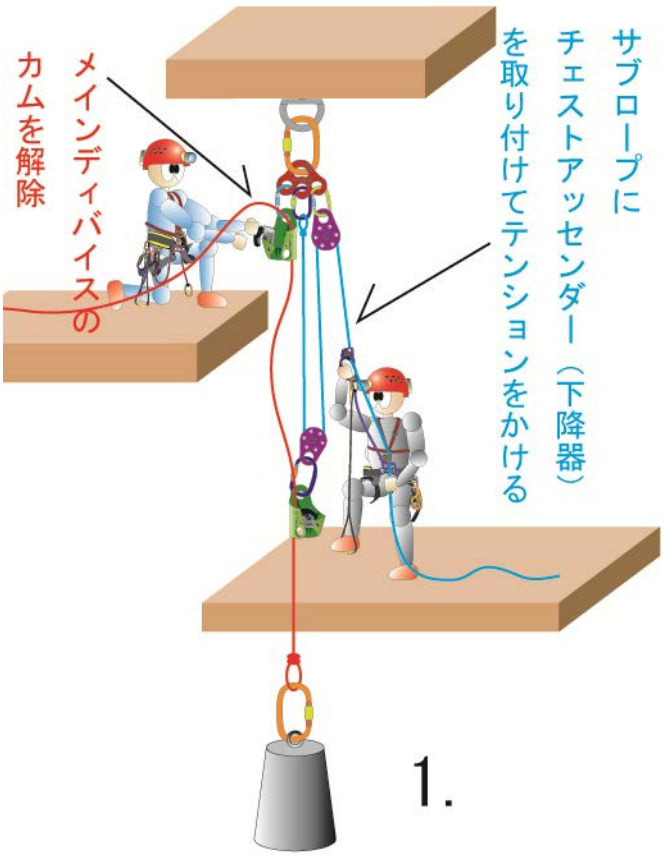
採用システムがサブロープ系ホイストの場合

<table>
<tr><th colspan="2">中間行動
メインディバイス</th><th>ホーリング⇒ロワーリング</th><th>ロワーリング⇒ホーリング</th><th>ホーリング⇒短距離ロワーリング</th><th>ロワーリング⇒短距離ホーリング</th><th>ロープジョイント通過</th></tr>
<tr><td rowspan="4">ホーリング</td><td>アッセンダー
（プーリーカム）</td><td rowspan="3">サブロープホイストでブースト先端部を引き上げ、
メインディバイスを変更する。
（行動10）</td><td></td><td>メインアンカー（レスキュアー）に下降器を取り付け、プル側ロープを接続する。
再テンションしてカムのスパイクを解除する。
下降器を操作してロワーダウンを行う。
さらにロワーリングを行う場合は、
再度カムのスパイクを有効化し、
先端部をプルージックダウンさせた後、同じ動作を繰り返す。
（行動13）</td><td></td><td rowspan="4">ジョイント部がメインディバイスまで上がってきたら、
サブロープホイストを最大限引き上げて固定する。
（救助者の下降器に接続するなど）
メインディバイスから一旦ロープを取り外し、
ジョイント部を通過させて、改めてメインディバイスに取り付ける。
サブロープホイストからテンションを抜き、ロープジョイント通過完了。
（行動18）</td></tr>
<tr><td>ギブス系
クランプ</td><td></td><td>再テンションしてギブスのカムを押し上げる。
カムを押し上げつつプル側ロープを操作してロワーダウンを行う。
さらにロワーリングを行う場合は、
再度カムを有効化し、
先端部をプルージックダウンさせた後、同じ動作を繰り返す。
（行動14）</td><td></td></tr>
<tr><td>プルージック</td><td></td><td>再テンションしてプルージックを押し上げる。
プルージックを押し上げつつプル側ロープを操作してロワーダウンを行う。
さらにロワーリングを行う場合は、
再度プルージックを有効化し、
先端部をプルージックダウンさせた後、同じ動作を繰り返す。
（行動15）</td><td></td></tr>
<tr><td>ボビン系
下降器</td><td>ブースト先端部を解除して下降器を操作する。
（行動11）</td><td></td><td>サブロープホイストを解除して下降器を操作する。（行動16）</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">ロワーリング</td><td>ボビン系
下降器</td><td></td><td rowspan="2">サブロープホイストを取り付け、ホーリングに切り替える。
（行動12）</td><td></td><td>サブロープホイストを取り付けてホーリングする。
（行動17）</td><td rowspan="2">予備の下降器をメインアタッチメントに接続し、サブロープを通す。
（予備の下降器がなければサブロープをイタリアンヒッチにして使用）
サブロープ先端にロープクランプを接続し、メインロープを捕獲する。
メイン下降器を下降させ、サブ下降器にテンションを移す。
ジョイント部をメイン下降器を通過させて取り付けなおす。
サブ下降器を操作し、メイン下降器にテンションを移して、
ジョイント部通過完了。
（行動9）</td></tr>
<tr><td>ラック</td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

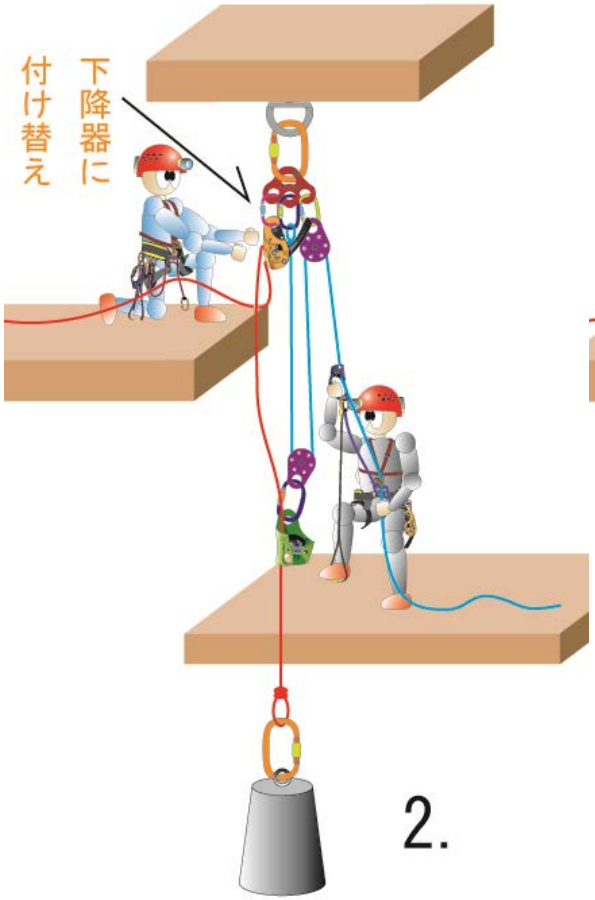
行動 No. 10　サブロープ系ホイスト　ホーリング⇒ロワーリング
（メインディバイスがロープクランプの場合）

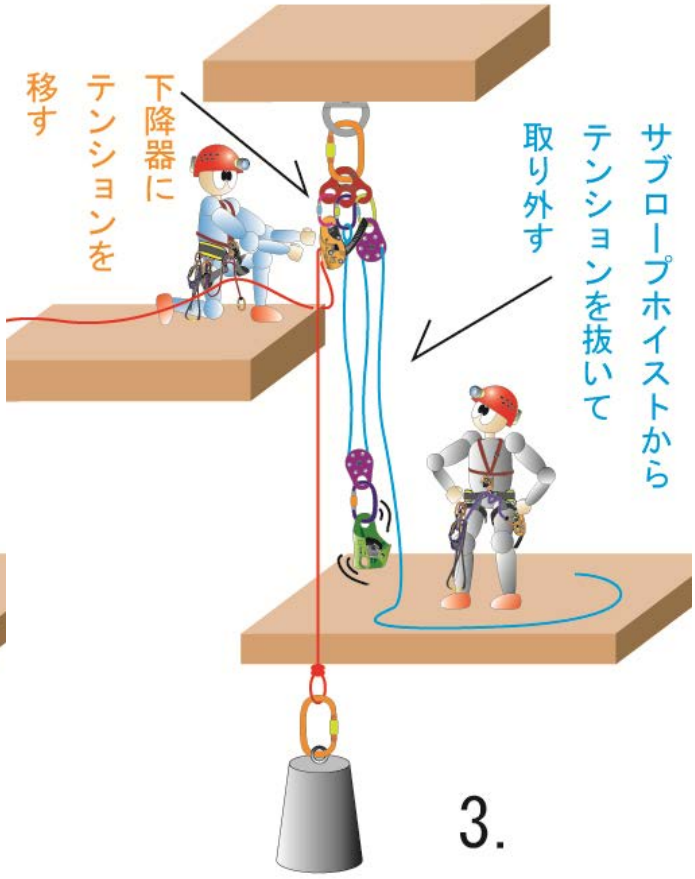
1. サブロープホイストの引手側ロープをホーリング要員のチェストアッセンダーや下降器などに接続し（すっぽ抜け防止）、サブロープホイストにテンションをかけてメインディバイスを取り外す。



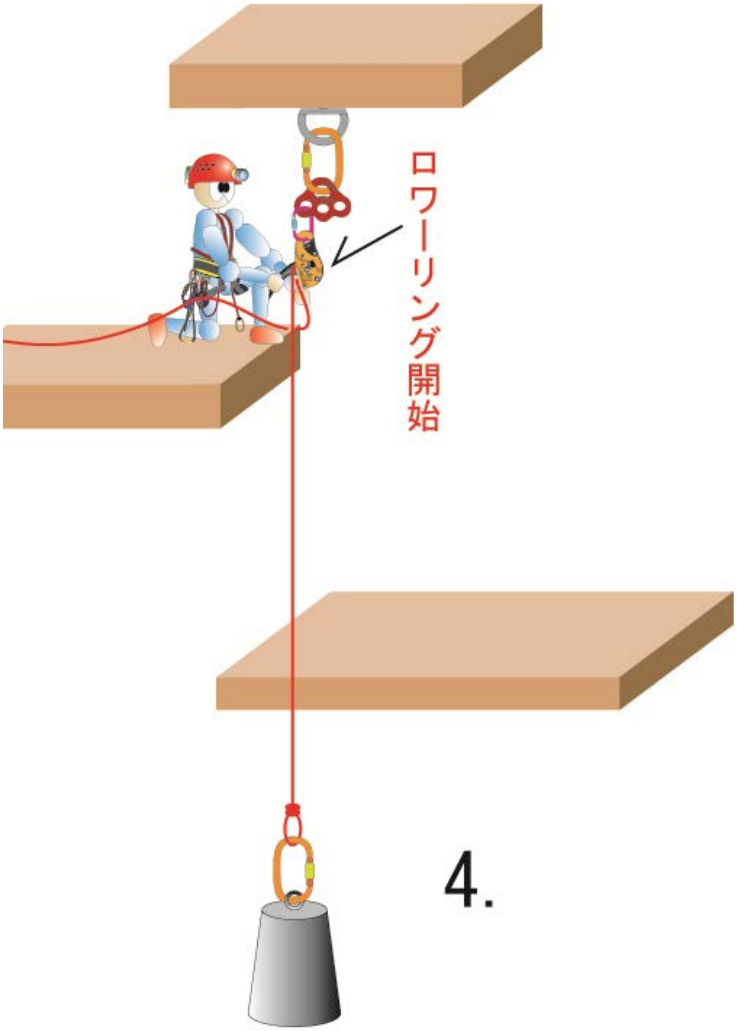


2. サブロープホイストでメインロープを捕獲した状態で、メインロープを下降器に付け替えてロックする。
3. テンションを下降器に移し、サブロープホイストを取り外す。



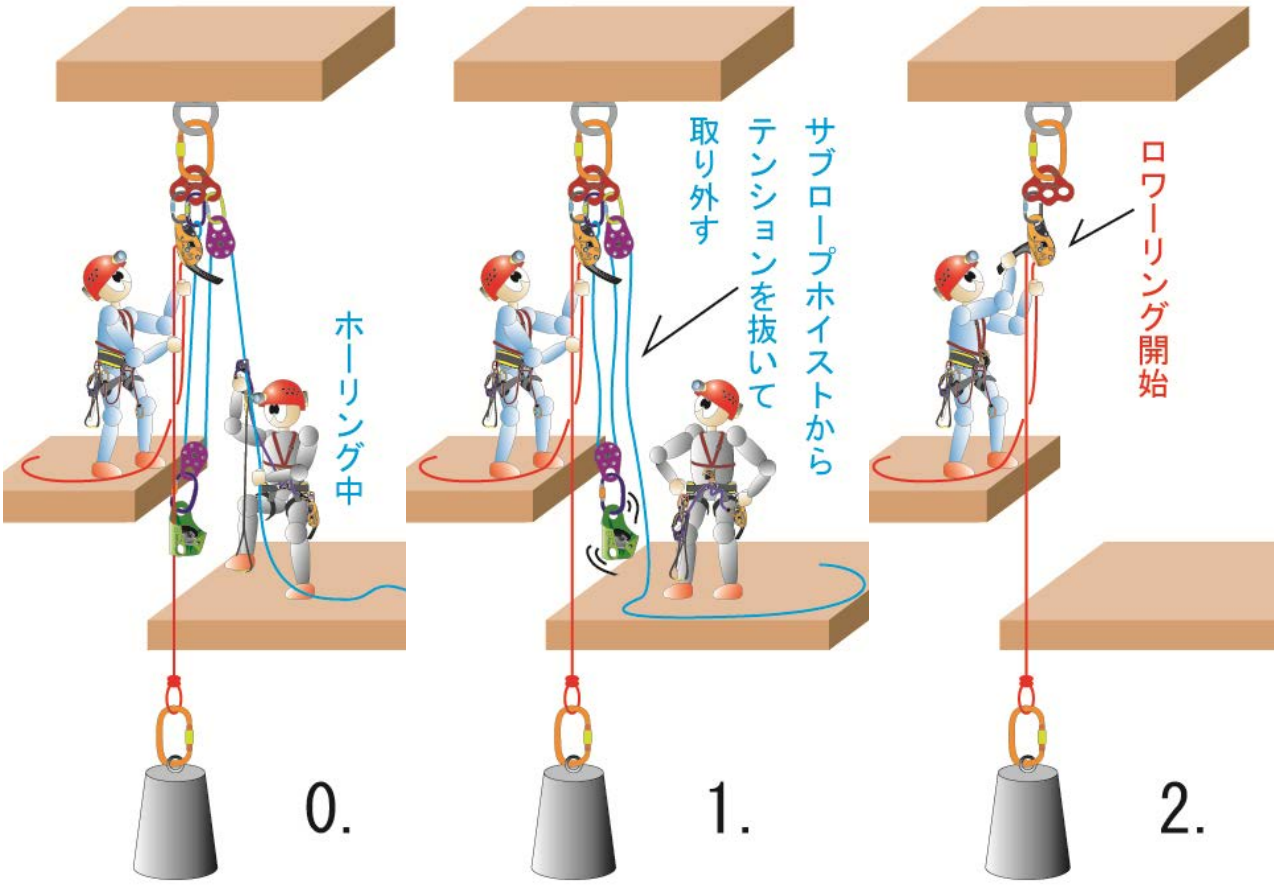


4. ロワーリング開始。



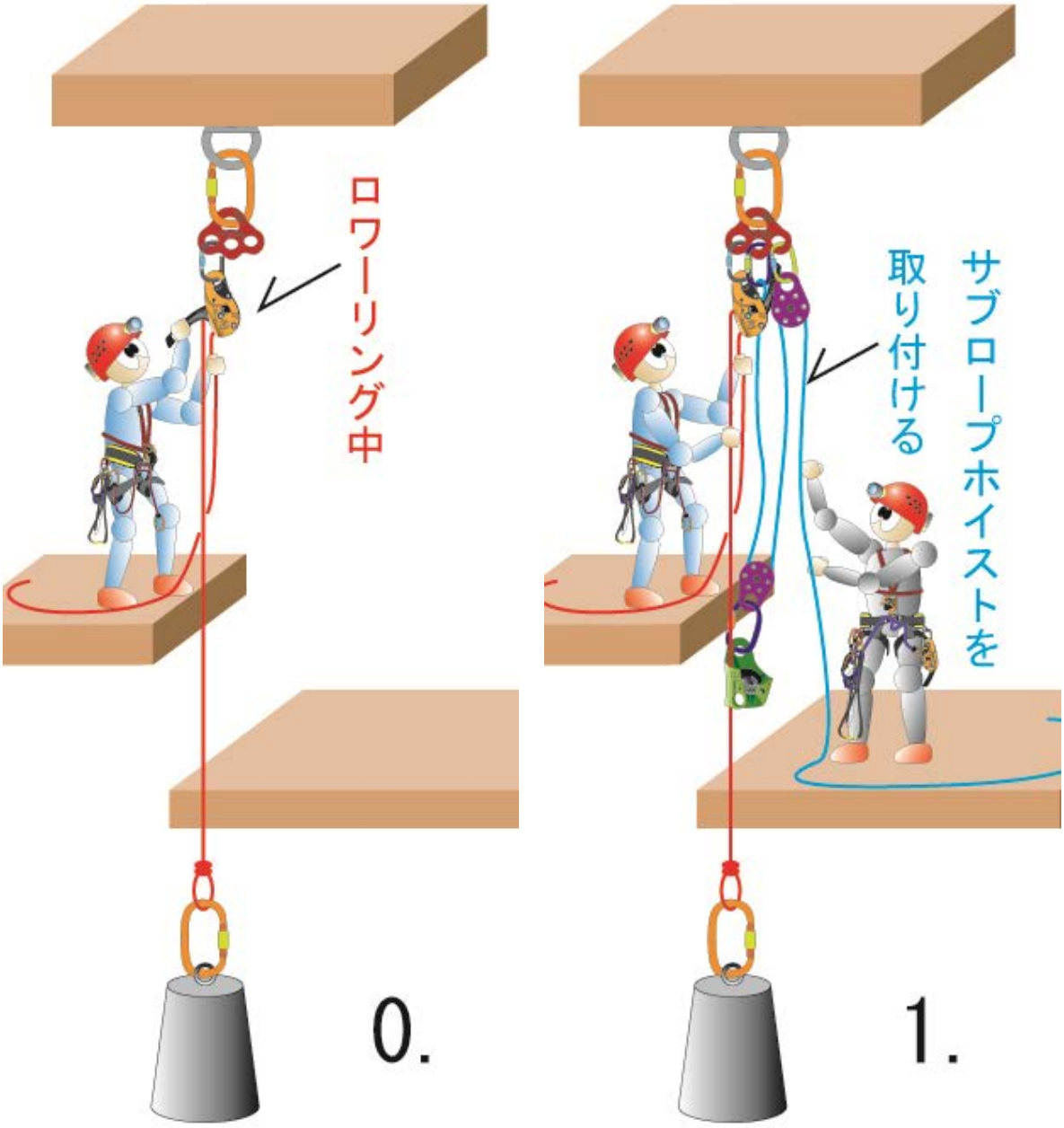
行動 No. 11　サブロープ系ホイスト　ホーリング⇒ロワーリング
（メインディバイスが下降器の場合）

1. サブロープホイストを取り外す。
2. ロワーリング開始。

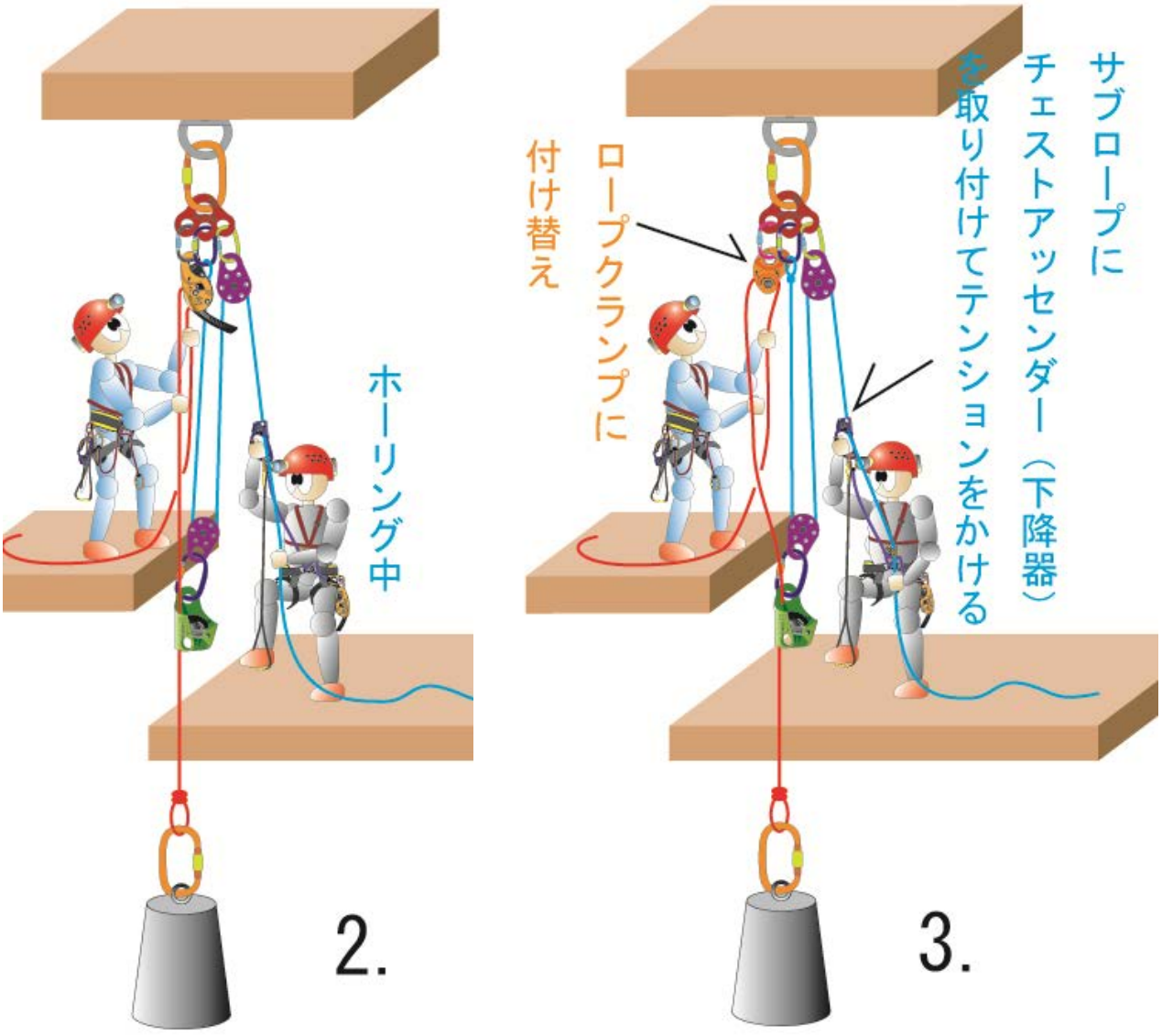


行動 No.12　サブロープ系ホイスト　ロワーリング⇒ホーリング

1. サブロープホイストを取り付ける。

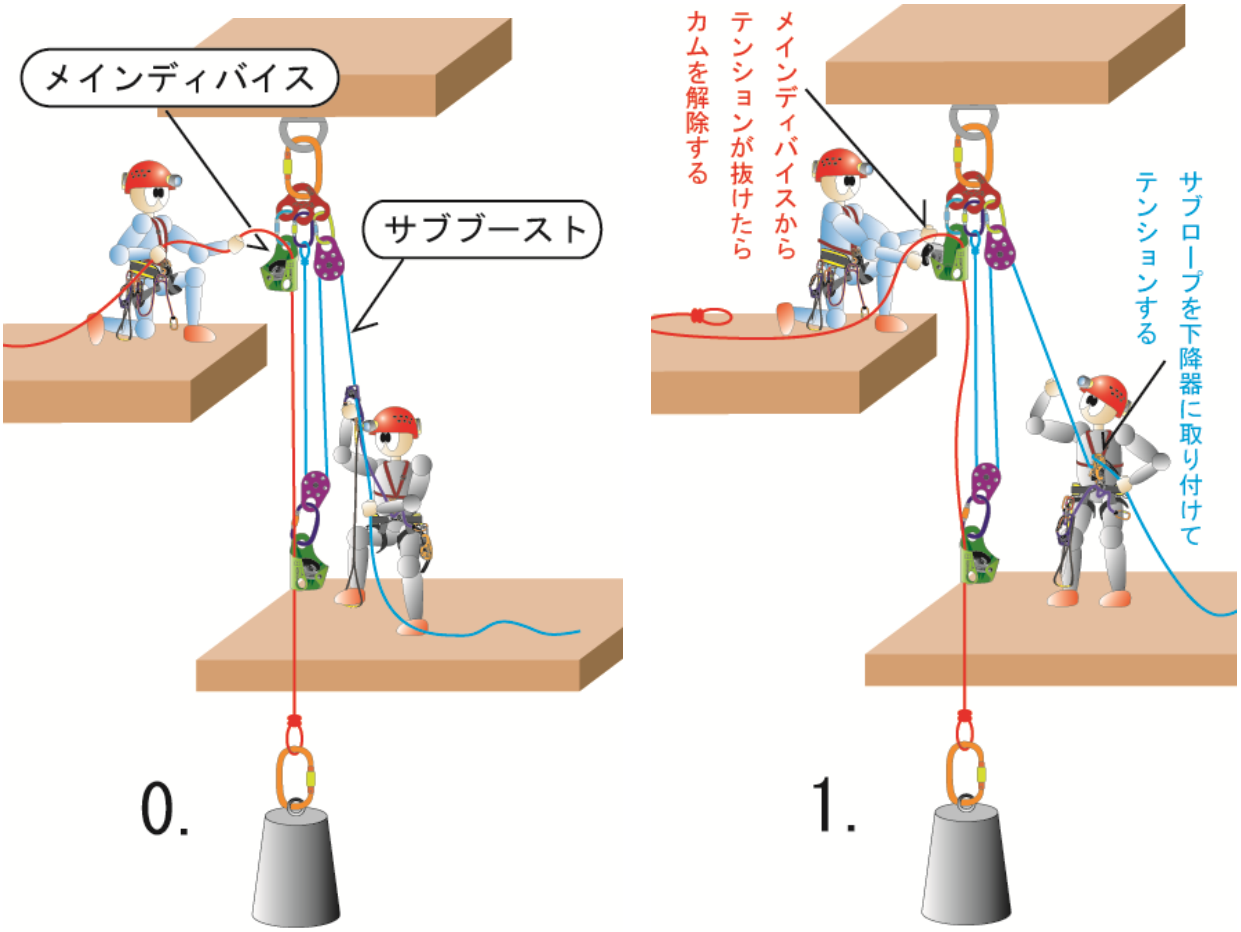


2. メインディバイスを下降器でホーリングするのであれば、このままホーリングを続ける。
3. メインディバイスをロープクランプに付け替えるのであれば、
サブロープホイストでメインロープを捕獲した状態で、メインディバイスをロープクランプに変更する。
この時すっぽ抜け防止のため、必ずサブロープの引手側をチェストアッセンダーか下降器に取り付けておく。

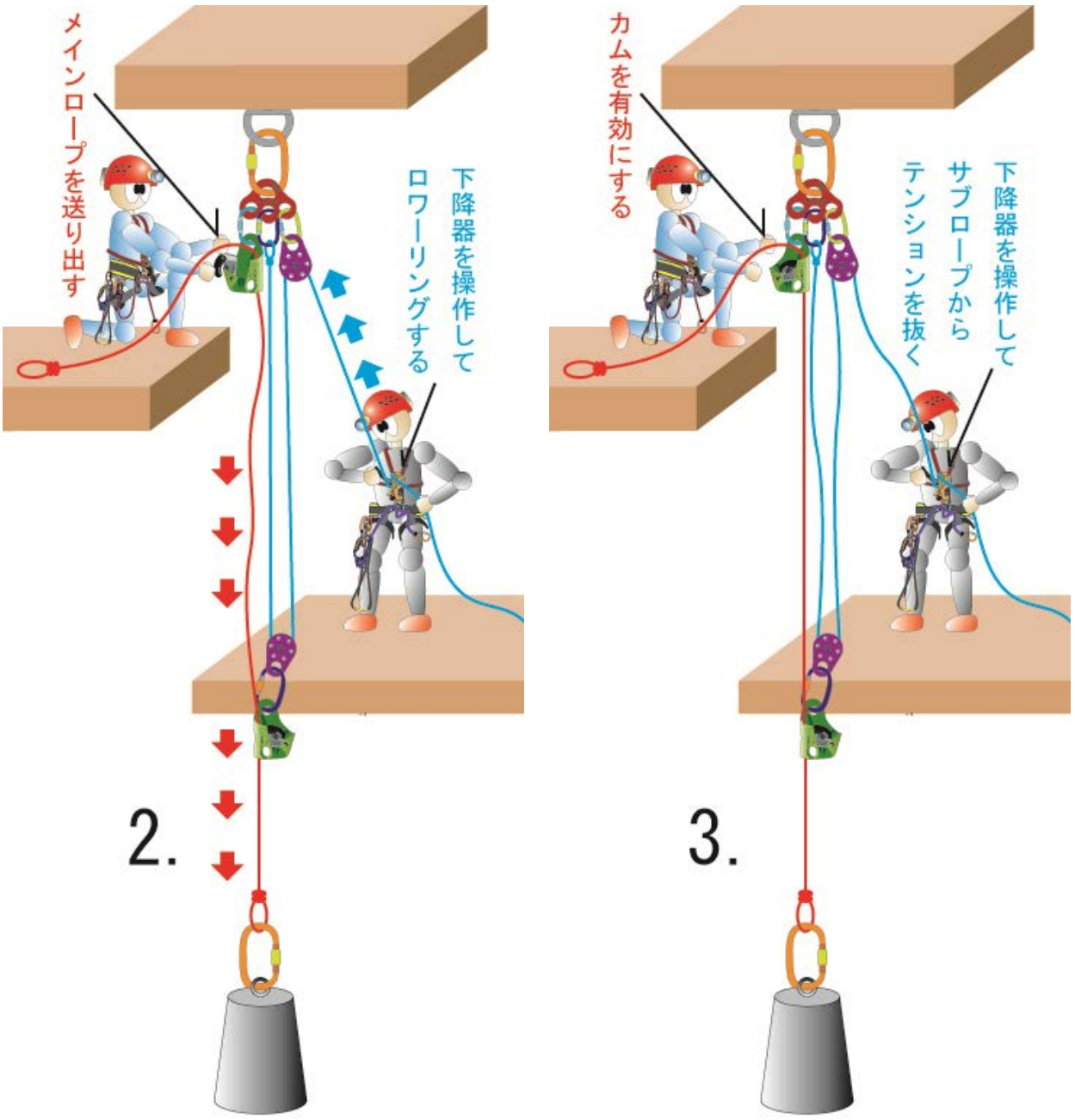


行動 No. 13　サブロープ系ホイスト　ホーリング⇒短距離ロワーリング
（メインディバイスがアッセンダー（プーリーカム）の場合）

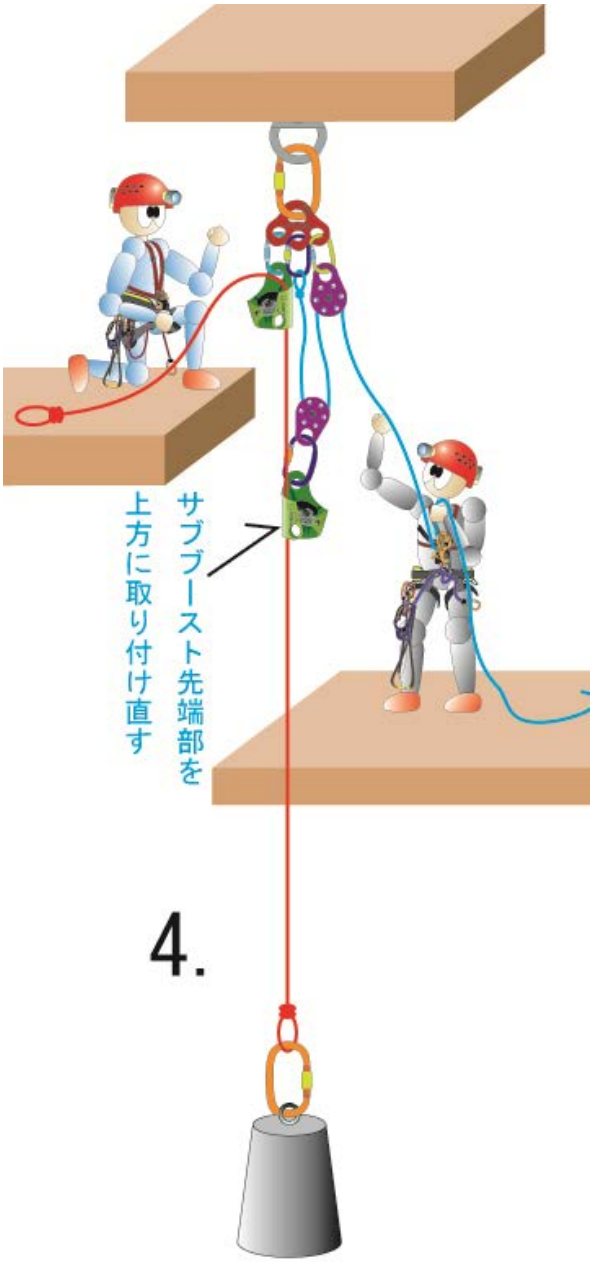
1. サブロープホイストのロープに下降器を取り付け、アンカーもしくは救助者に接続する。
   サブロープホイストにテンションをかけ、メインディバイスからテンションが抜けたらメインディバイスのカムを解除する。

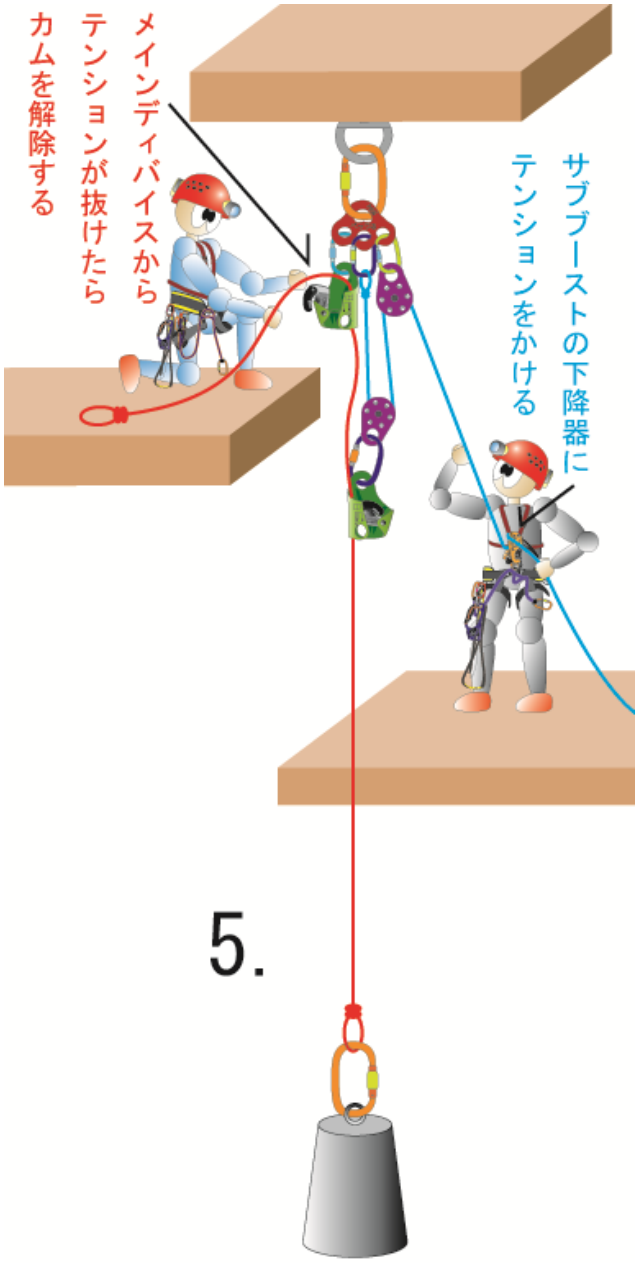


2. サブロープホイストの下降器を操作して短距離ロワーダウンする。
3. サブロープブースト先端部に手が届く範囲で一旦ロワーダウンを停止して
メインディバイスのカムを有効にする。
もしさらにロワーダウンを続けるのであれば、サブブーストからテンションを抜く。

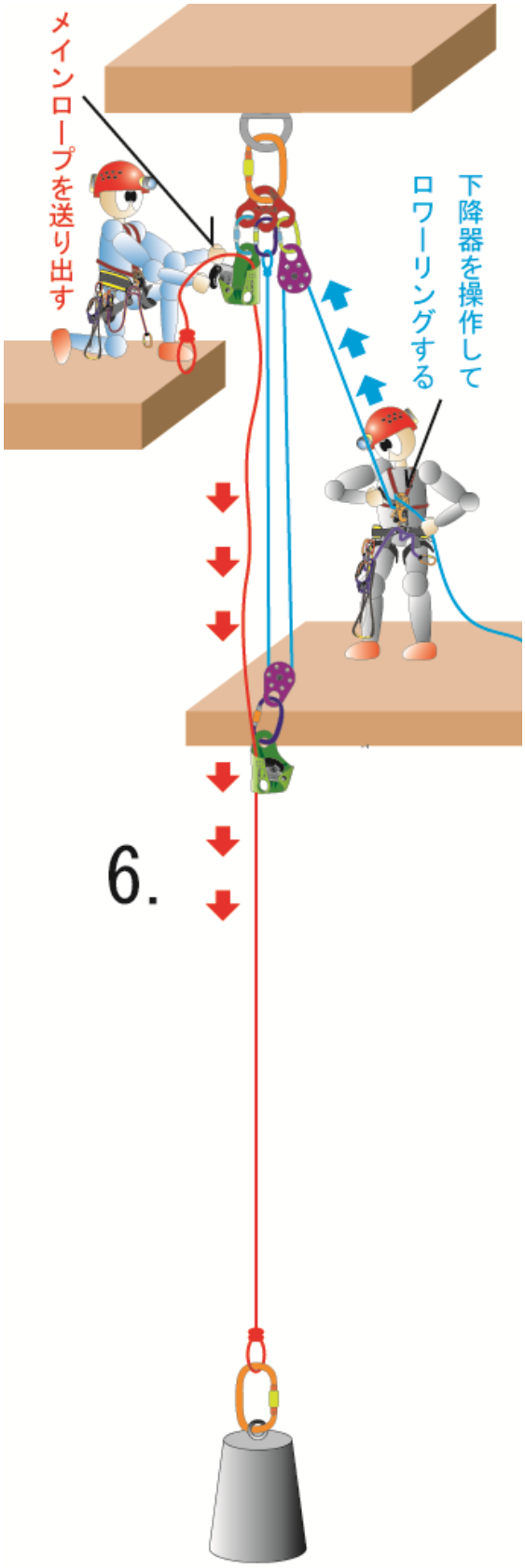


4. サブブースト先端部を上方に取り付け直す。
5. サブロープホイストにテンションをかけ、メインディバイスからテンションが抜けたらメインディバイスのカムを解除する。





6. サブロープホイストの下降器を操作して短距離ロワーダウンする。



行動 No.14・15　サブロープ系ホイスト　ホーリング⇒短距離ロワーリング
（メインディバイスがギブス系クランプもしくはプルージックの場合）

基本的には行動 No.13 と同じ。
相違点はロワーリングの際、ギブス系クランプとプルージックは手を放せばすぐにロープを捕獲するので、サブホイストのロープを必ずしも下降器で捕獲する必要はなく、注意してサブロープを下降させてもよい。

行動 No.16　サブロープ系ホイスト　ホーリング⇒ロワーリング
（メインディバイスが下降器の場合）

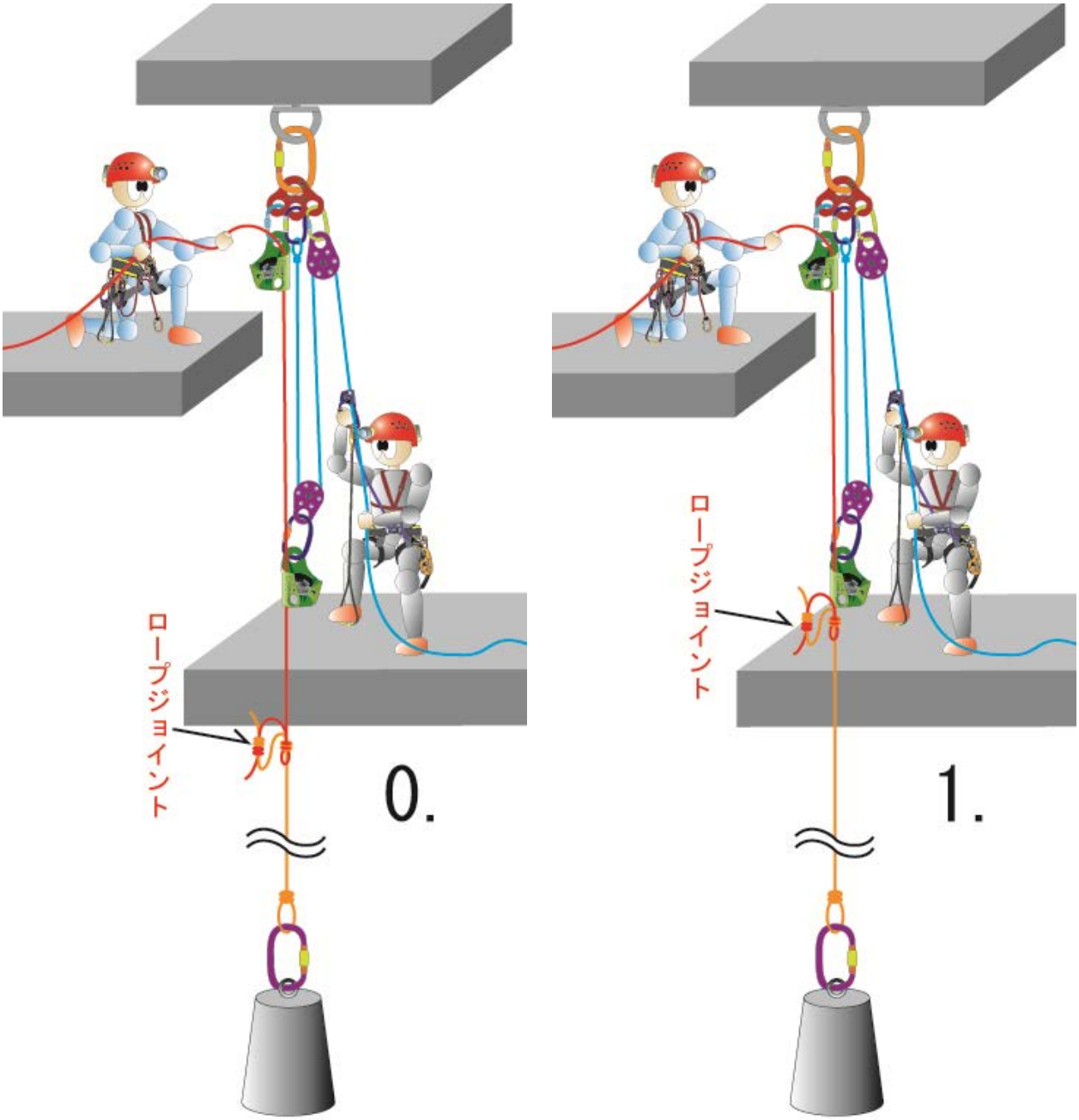
行動 No.11 と同じ。

行動 No.17　サブロープ系ホイスト　ロワーリング⇒短距離ホーリング

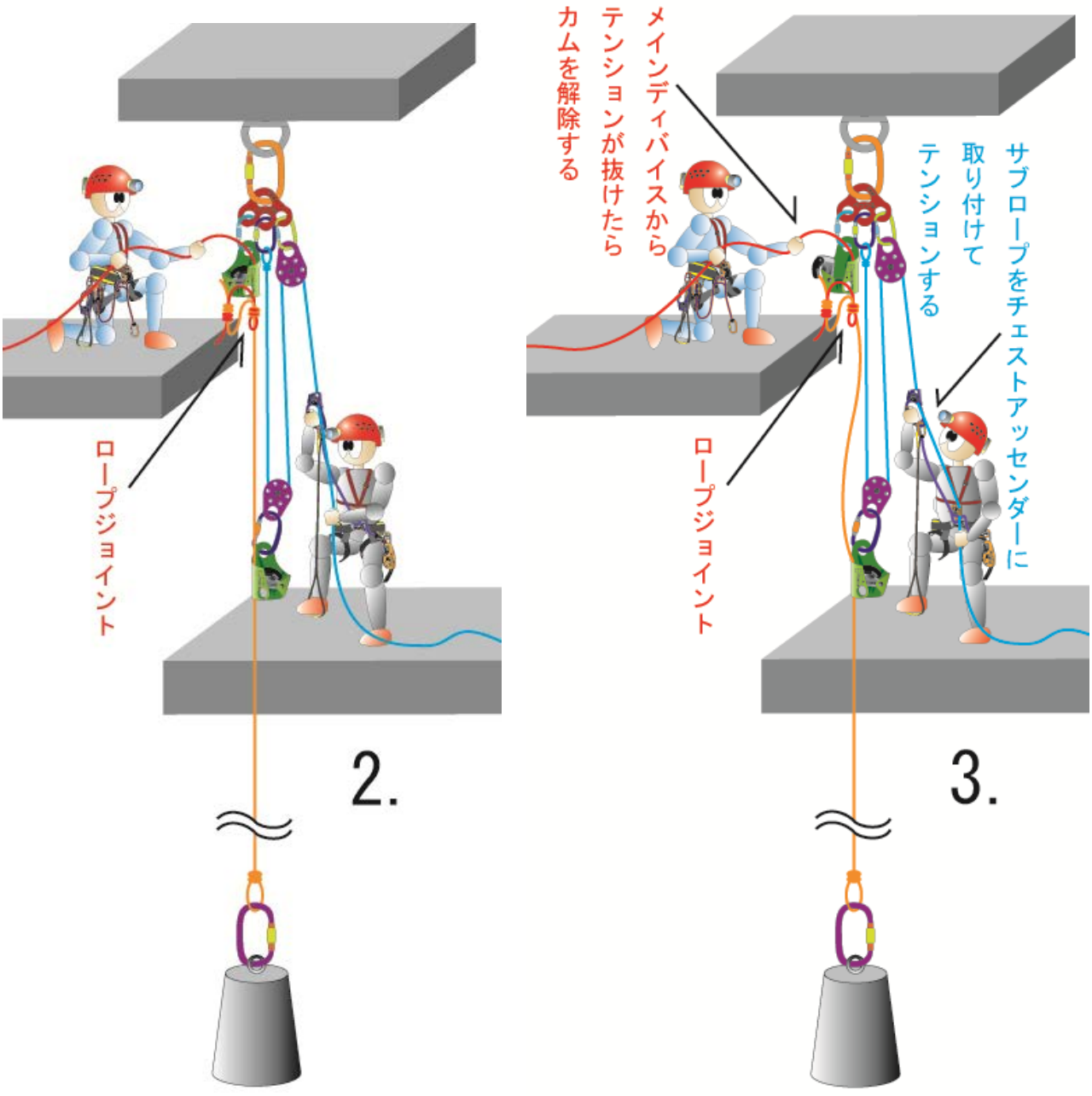
行動 No.12 と同じ。

行動 No. 18　サブロープ系ホイスト　ホーリング中のロープジョイント通過

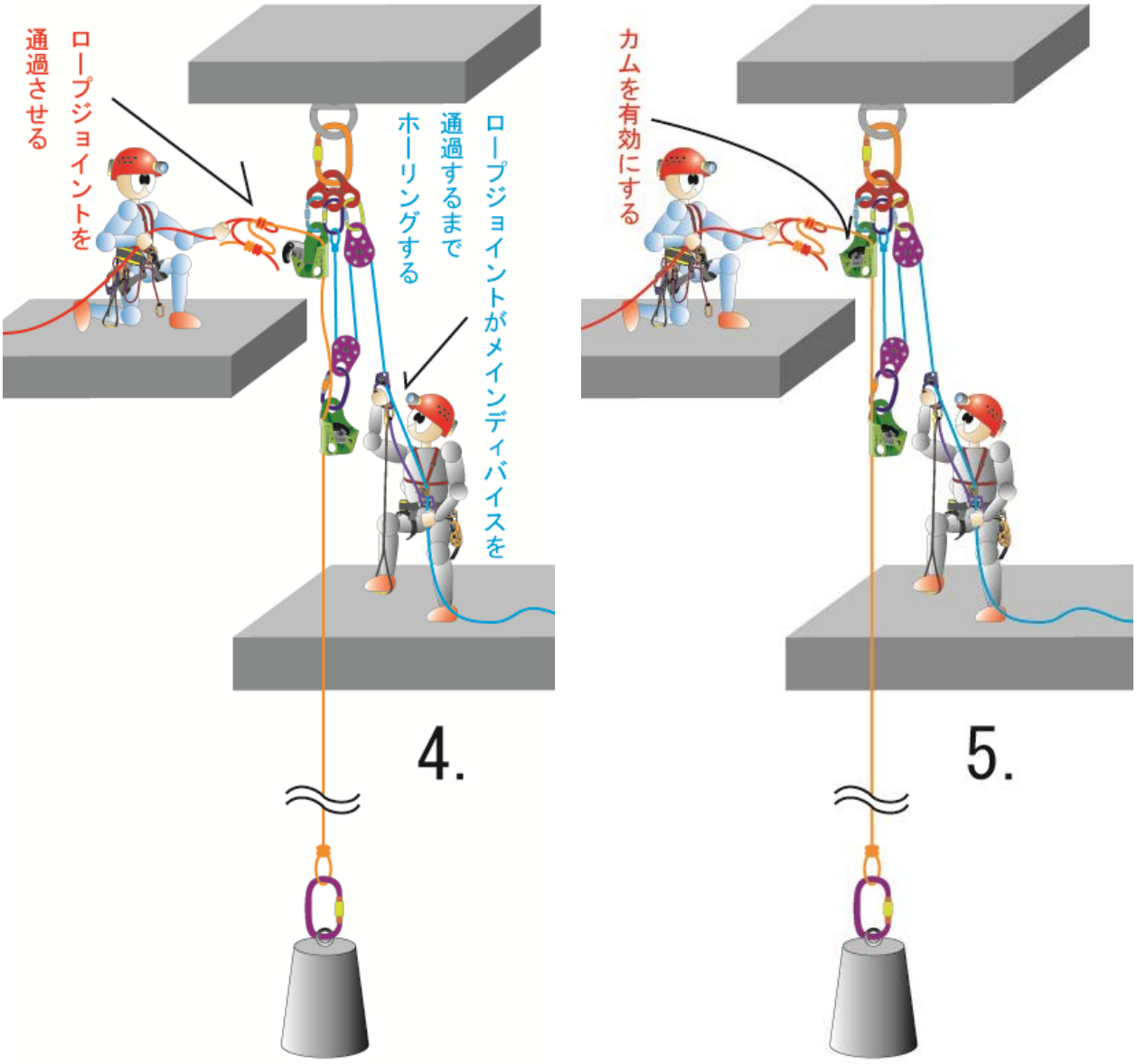
1. ロープジョイントがブースト先端まで上がってきたら、
　　先端部を一旦取り外し、ロープジョイント下に付け替える。



2. さらに、ロープジョイントがメインディバイス下に来るまでホーリングする。
3. サブロープホイストのロープを救助者のチェストアッセンダーに接続し、サブロープホイストにテンションをかける。
   メインディバイスからテンションが抜けたらメインディバイスのカムを解除する。



4. ロープジョイントがメインディバイスを通過するまでホーリングを続ける。
5. ロープジョイントの下でメインディバイスのカムを有効にして、ホーリングを続ける。

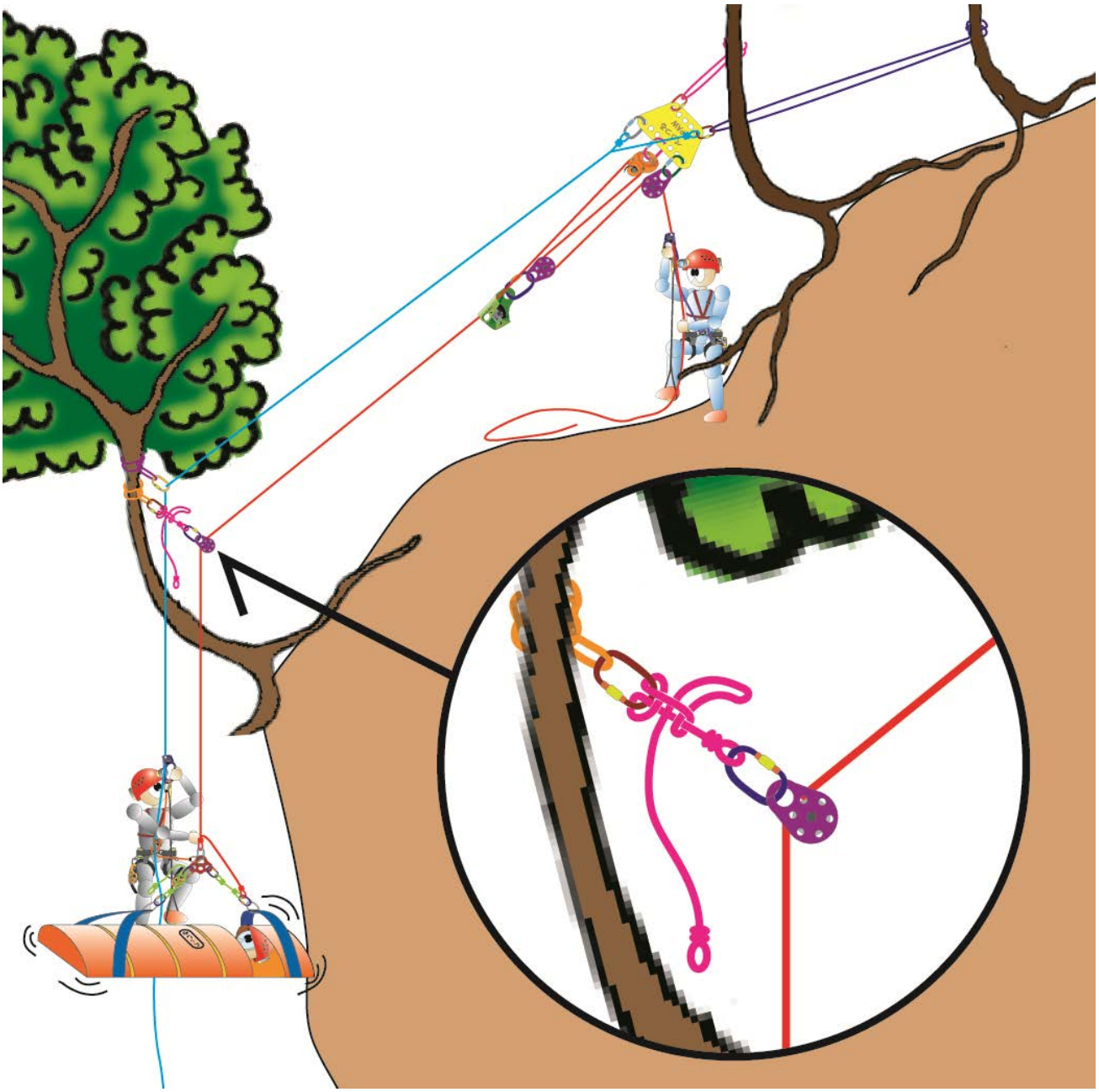


6-5 ホーリングロープが岩角に擦れる場合の中間セット

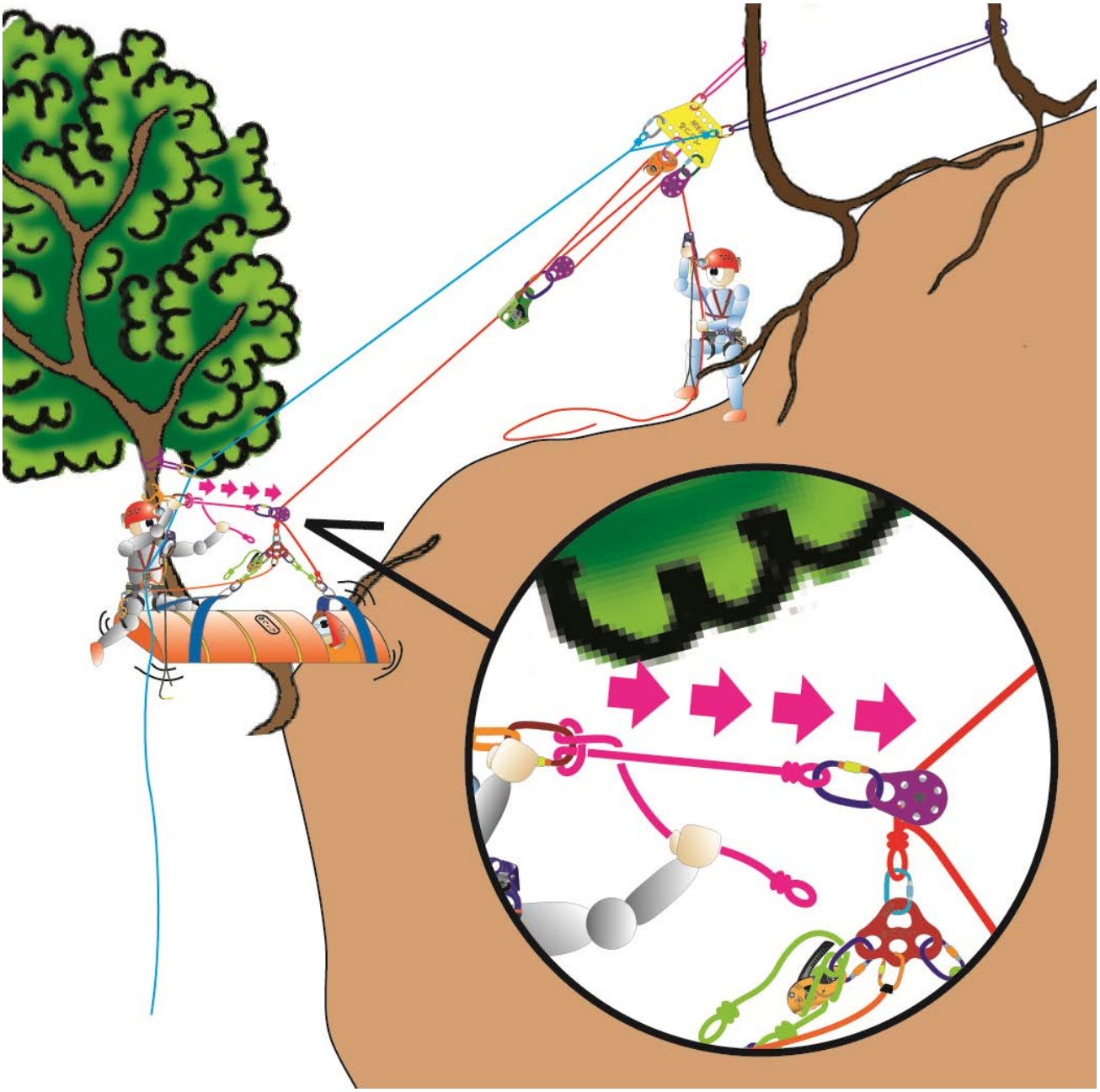
ホーリングロープが岩角に擦れる場合には、以下のいずれかの方法でロープの岩角への接触を回避する。

・リリーサブルプーリーディビエーション

岩角に対応するディビエーション支点を設置し、ディビエーション支点とプーリーをφ6㎜程度のコードを用いてイタリアンヒッチで結束する。



ホーリングロープをリリーサブルプーリーに通してホーリングを行い、ホーリング対象物がリリーサブルプーリーまで上がってきたら、伴走レスキュアーがイタリアンヒッチを解除し、プーリーをリリースして岩角の通過を行う。

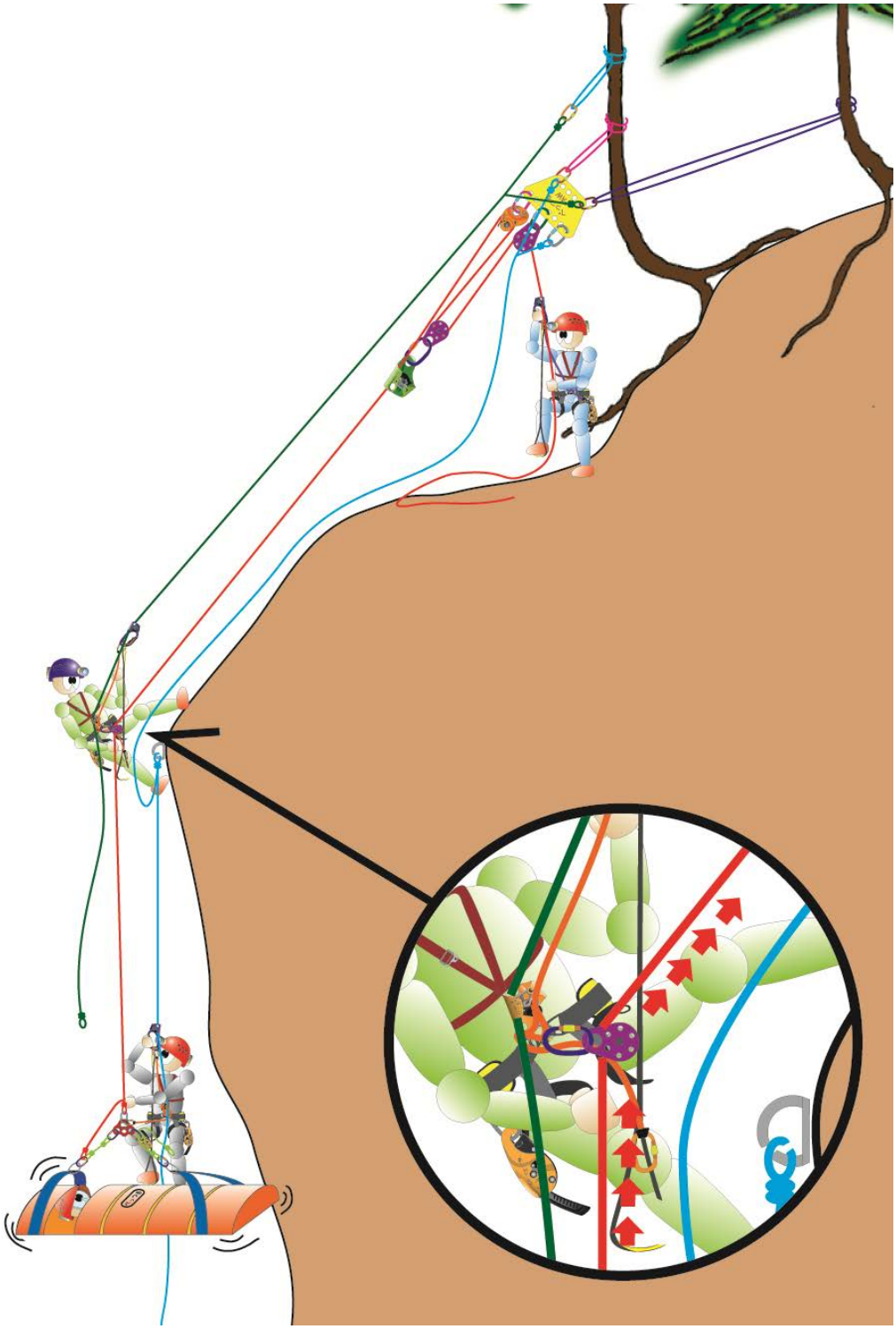


・**肉ディビエーション**

岩角に対応できるディビエーション支点がなく、トレイリングラインで対応できない場合、岩角でレスキュアーが手足を突っ張ってホーリングラインをエッジから持ち上げる。

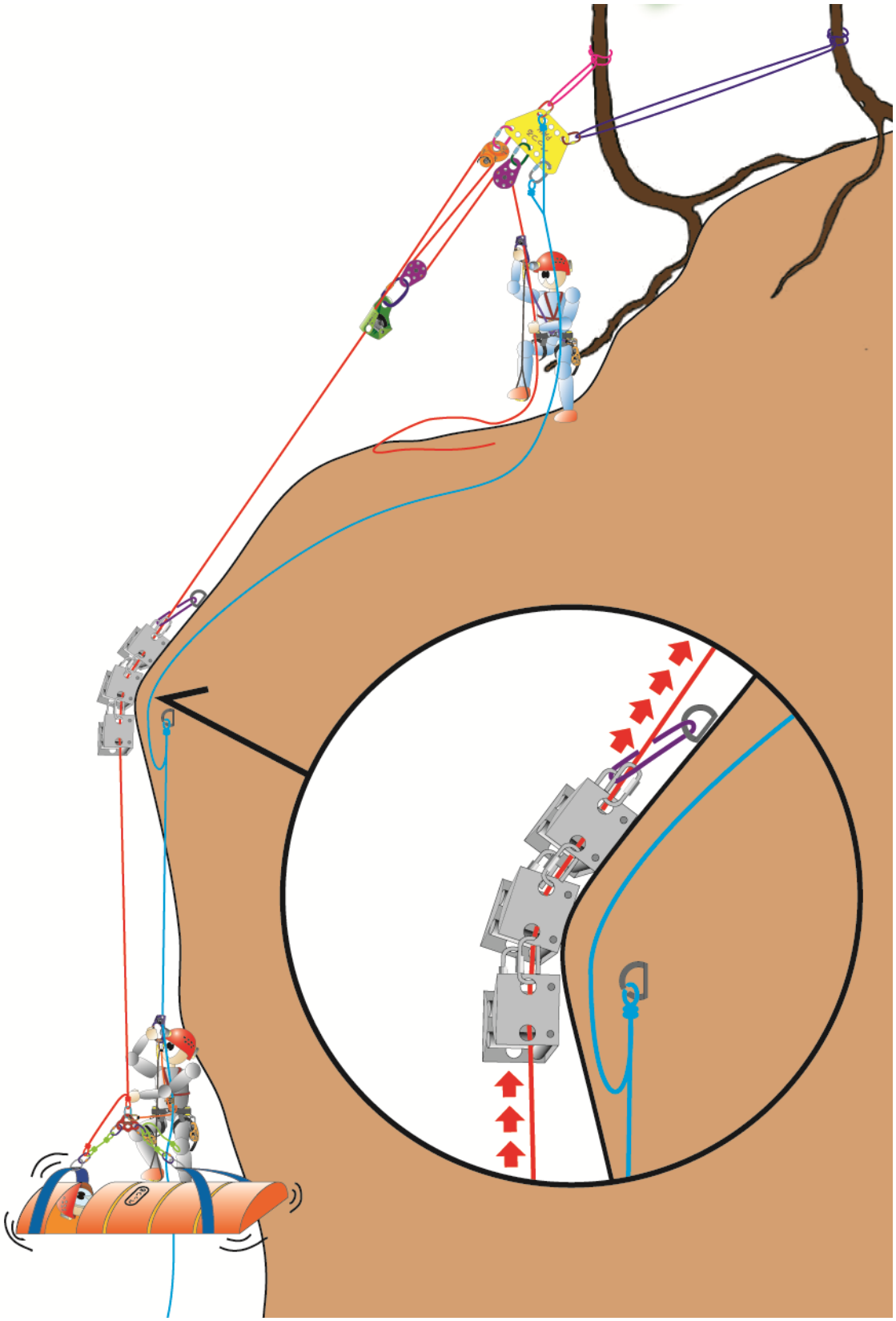
ロープユーザーはプーリーをメインアタッチメントに接続し、ホーリングラインを持ち上げる。

ホーリング対象物が肉ディビエーションまで持ち上がったら、ロープユーザーはプーリーを解除し、ホーリング対象物の岩角の通過を行う。



・**ロールモジュール**

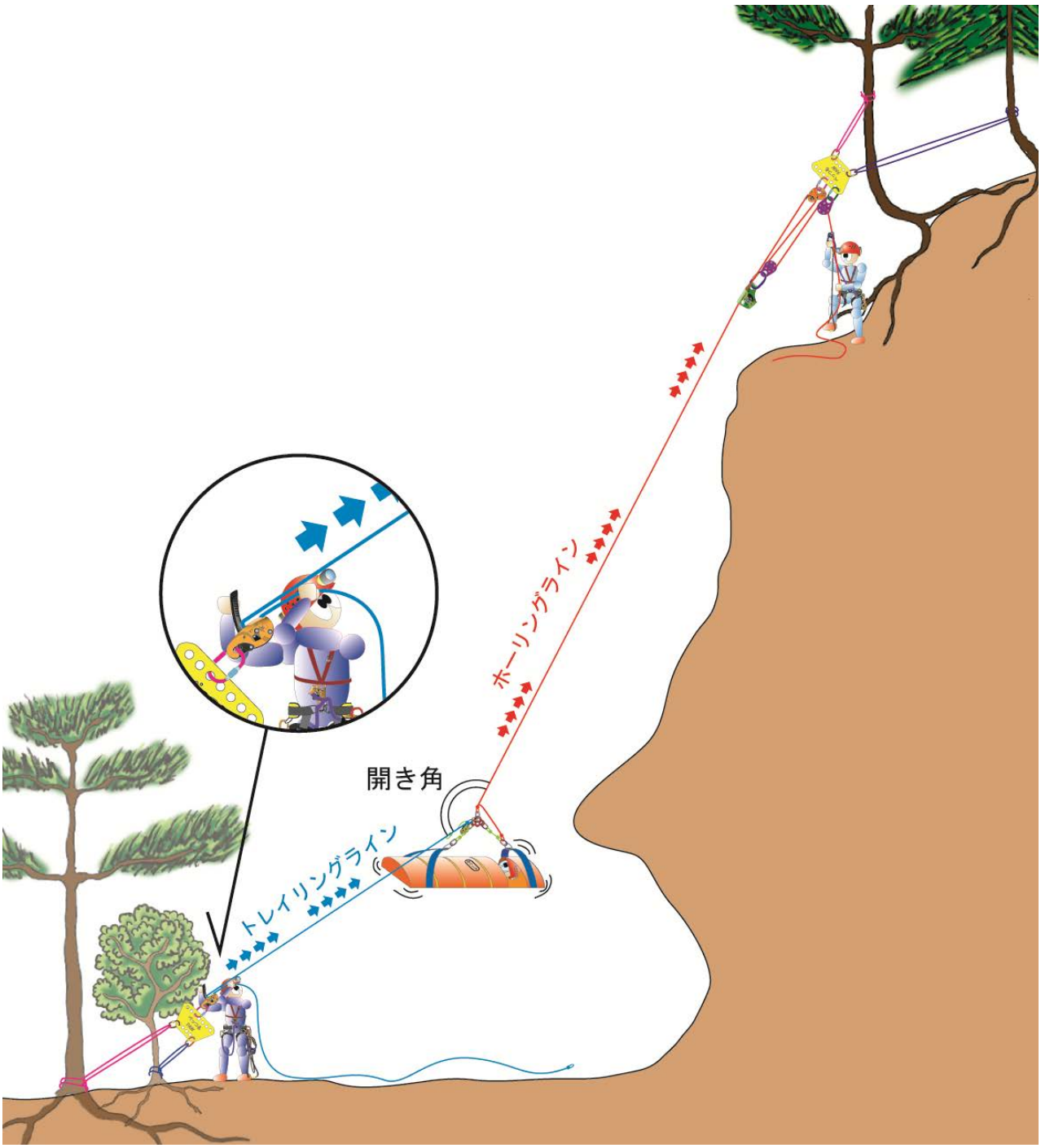
岩角に対応できるディビエーション支点がなく、トレイリングラインで対応できない場合、
岩角にロールモジュールを固定し、ホーリングロープとエッジの擦過を防ぐ。
通過時には伴走レスキュアーが通過をサポートする。



・**トレイリング（姿勢制御）ラインの使用**

ホーリング対象物が岩角を通過するまで、下方から補助ロープを使ってホーリング対象物を岩角と反対方向に引いて、ホーリングラインを岩角から浮かせる。

ホーリングに合わせて、姿勢制御に必要な張力を保ちながら、トレイリングラインを徐々に緩める。



ホーリングラインとトレイリングラインの開き角が大きくなるにしたがって支点にかかる力が大きくなる。
開き角と荷重の関係は以下のとおり。



トレイリングライン使用時の発生荷重

目安として、おおまかに下記の値となる。

開き角(°)	最大発生荷重 (運用荷重Wを100とすると)
90	100未満
100	102
110	106
120	115
130	131
140	156
150	197
160	292
170	576

最大発生荷重に対して、各所が余裕を持って耐えることが確認できていれば、大きな開き角で運用しても構わないが、一般的には開き角が 130° を超えるような高荷重が生じることは避けることが望ましい。
発生荷重詳細は次ページ表のとおり。

α	β	γ	開き角	W1	W2
10	0	170	10	0	1
5	5	170	10	0.5019099	0.501909919
0	10	170	10	1	0

（ホーリングラインとトレイリングラインの開き角=10° ）

α	β	γ	開き角	W1	W2
0	20	160	20	1	0
10	10	160	20	0.5077133	0.507713306
20	0	160	20	0	1

（ホーリングラインとトレイリングラインの開き角=20° ）

α	β	γ	開き角	W1	W2
0	30	150	30	1	0
10	20	150	30	0.6840403	0.347296355
15	15	150	30	0.5176381	0.51763809
20	10	150	30	0.3472964	0.684040287
30	0	150	30	0	1

（ホーリングラインとトレイリングラインの開き角=30° ）

α	β	γ	開き角	W1	W2
0	40	140	40	1	0
10	30	140	40	0.7778619	0.270148607
20	20	140	40	0.5320889	0.532088886
30	10	140	40	0.2701486	0.777861913
40	0	140	40	0	1

（ホーリングラインとトレイリングラインの開き角=40° ）

α	β	γ	開き角	W1	W2
0	50	130	50	1	0
10	40	130	50	0.8390996	0.226681597
20	30	130	50	0.6527036	0.446475588
25	25	130	50	0.551689	0.551688959
30	20	130	50	0.4464756	0.652703645
40	10	130	50	0.2266816	0.839099631
50	0	130	50	0	1

（ホーリングラインとトレイリングラインの開き角=50° ）

α	β	γ	開き角	W1	W2
0	60	120	60	1	0
10	50	120	60	0.8845519	0.200511644
20	40	120	60	0.7422272	0.394930844
30	30	120	60	0.5773503	0.577350269
40	20	120	60	0.3949308	0.742227199
50	10	120	60	0.2005116	0.884551931
60	0	120	60	0	1

（ホーリングラインとトレイリングラインの開き角=60° ）

α	β	γ	開き角	W1	W2
0	70	110	70	1	0
10	60	110	70	0.921605	0.184792531
20	50	110	70	0.8152075	0.363970234
30	40	110	70	0.6840403	0.532088886
35	35	110	70	0.6103873	0.610387294
40	30	110	70	0.5320889	0.684040287
50	20	110	70	0.3639702	0.815207469
60	10	110	70	0.1847925	0.921604985
70	0	110	70	0	1

（ホーリングラインとトレイリングラインの開き角=70° ）

α	β	γ	開き角	W1	W2
0	80	100	80	1	0
10	70	100	80	0.9541889	0.176326981
20	60	100	80	0.8793852	0.347296355
30	50	100	80	0.7778619	0.507713306
40	40	100	80	0.6527036	0.652703645
50	30	100	80	0.5077133	0.777861913
60	20	100	80	0.3472964	0.879385242
70	10	100	80	0.176327	0.954188894
80	0	100	80	0	1

（ホーリングラインとトレイリングラインの開き角=80° ）

α	β	γ	開き角	W1	W2
0	90	90	90	1	0
10	80	90	90	0.98480775	0.17364818
20	70	90	90	0.93969262	0.34202014
30	60	90	90	0.8660254	0.5
40	50	90	90	0.76604444	0.64278761
45	45	90	90	0.70710678	0.70710678
50	40	90	90	0.64278761	0.76604444
60	30	90	90	0.5	0.8660254
70	20	90	90	0.34202014	0.93969262
80	10	90	90	0.17364818	0.98480775
90	0	90	90	0	1

（ホーリングラインとトレイリングラインの開き角=90° ）

α	β	γ	開き角	W1	W2
0	100	80	100	1	0
10	90	80	100	1.01542661	0.17632698
20	80	80	100	1	0.34729636
30	70	80	100	0.95418889	0.50771331
40	60	80	100	0.87938524	0.65270364
50	50	80	100	0.77786191	0.77786191
60	40	80	100	0.65270364	0.87938524
70	30	80	100	0.50771331	0.95418889
80	20	80	100	0.34729636	1
90	10	80	100	0.17632698	1.01542661
100	0	80	100	0	1

（ホーリングラインとトレイリングラインの開き角=100° ）

α	β	γ	開き角	W1	W2
0	110	70	110	1	0
10	100	70	110	1.04801052	0.18479253
20	90	70	110	1.06417777	0.36397023
30	80	70	110	1.04801052	0.53208889
40	70	70	110	1	0.68404029
50	60	70	110	0.92160499	0.81520747
55	55	70	110	0.8717234	0.8717234
60	50	70	110	0.81520747	0.92160499
70	40	70	110	0.68404029	1
80	30	70	110	0.53208889	1.04801052
90	20	70	110	0.36397023	1.06417777
100	10	70	110	0.18479253	1.04801052
110	0	70	110	0	1

（ホーリングラインとトレイリングラインの開き角=110° ）

α	β	γ	開き角	W1	W2
0	120	60	120	1	0
10	110	60	120	1.08506358	0.20051164
20	100	60	120	1.13715804	0.39493084
30	90	60	120	1.15470054	0.57735027
40	80	60	120	1.13715804	0.7422272
50	70	60	120	1.08506358	0.88455193
60	60	60	120	1	1
70	50	60	120	0.88455193	1.08506358
80	40	60	120	0.7422272	1.13715804
90	30	60	120	0.57735027	1.15470054
100	20	60	120	0.39493084	1.13715804
110	10	60	120	0.20051164	1.08506358
120	0	60	120	0	1

（ホーリングラインとトレイリングラインの開き角=120° ）

α	β	γ	開き角	W1	W2
0	130	50	130	1	0
10	120	50	130	1.13051587	0.2266816
20	110	50	130	1.2266816	0.44647559
30	100	50	130	1.28557522	0.65270364
40	90	50	130	1.30540729	0.83909963
50	80	50	130	1.28557522	1
60	70	50	130	1.2266816	1.13051587
65	65	50	130	1.18310079	1.18310079
70	60	50	130	1.13051587	1.2266816
80	50	50	130	1	1.28557522
90	40	50	130	0.83909963	1.30540729
100	30	50	130	0.65270364	1.28557522
110	20	50	130	0.44647559	1.2266816
120	10	50	130	0.2266816	1.13051587
130	0	50	130	0	1

（ホーリングラインとトレイリングラインの開き角=130° ）

α	β	γ	開き角	W1	W2
0	140	40	140	1	0
10	130	40	140	1.1917536	0.2701486
20	120	40	140	1.3472964	0.5320889
30	110	40	140	1.4619022	0.7778619
40	100	40	140	1.5320889	1
50	90	40	140	1.5557238	1.1917536
60	80	40	140	1.5320889	1.3472964
70	70	40	140	1.4619022	1.4619022
80	60	40	140	1.3472964	1.5320889
90	50	40	140	1.1917536	1.5557238
100	40	40	140	1	1.5320889
110	30	40	140	0.7778619	1.4619022
120	20	40	140	0.5320889	1.3472964
130	10	40	140	0.2701486	1.1917536
140	0	40	140	0	1

（ホーリングラインとトレイリングラインの開き角=140° ）

α	β	γ	開き角	W1	W2
0	150	30	150	1	0
10	140	30	150	1.2855752	0.3472964
20	130	30	150	1.5320889	0.6840403
30	120	30	150	1.7320508	1
40	110	30	150	1.8793852	1.2855752
50	100	30	150	1.9696155	1.5320889
60	90	30	150	2	1.7320508
70	80	30	150	1.9696155	1.8793852
75	75	30	150	1.9318517	1.9318517
80	70	30	150	1.8793852	1.9696155
90	60	30	150	1.7320508	2
100	50	30	150	1.5320889	1.9696155
110	40	30	150	1.2855752	1.8793852
120	30	30	150	1	1.7320508
130	20	30	150	0.6840403	1.5320889
140	10	30	150	0.3472964	1.2855752
150	0	30	150	0	1

（ホーリングラインとトレイリングラインの開き角=150° ）

α	β	γ	開き角	W1	W2
0	160	20	160	1	0
10	150	20	160	1.4619022	0.5077133
20	140	20	160	1.8793852	1
30	130	20	160	2.2397641	1.4619022
40	120	20	160	2.5320889	1.8793852
50	110	20	160	2.7474774	2.2397641
60	100	20	160	2.8793852	2.5320889
70	90	20	160	2.9238044	2.7474774
80	80	20	160	2.8793852	2.8793852
90	70	20	160	2.7474774	2.9238044
100	60	20	160	2.5320889	2.8793852
110	50	20	160	2.2397641	2.7474774
120	40	20	160	1.8793852	2.5320889
130	30	20	160	1.4619022	2.2397641
140	20	20	160	1	1.8793852
150	10	20	160	0.5077133	1.4619022
160	0	20	160	0	1

（ホーリングラインとトレイリングラインの開き角=160° ）

α	β	γ	開き角	W1	W2
0	170	10	170	1	0
10	160	10	170	1.9696155	1
20	150	10	170	2.8793852	1.9696155
30	140	10	170	3.7016663	2.8793852
40	130	10	170	4.4114741	3.7016663
50	120	10	170	4.9872415	4.4114741
60	110	10	170	5.4114741	4.9872415
70	100	10	170	5.6712818	5.4114741
80	90	10	170	5.7587705	5.6712818
85	85	10	170	5.7368566	5.7368566
90	80	10	170	5.6712818	5.7587705
100	70	10	170	5.4114741	5.6712818
110	60	10	170	4.9872415	5.4114741
120	50	10	170	4.4114741	4.9872415
130	40	10	170	3.7016663	4.4114741
140	30	10	170	2.8793852	3.7016663
150	20	10	170	1.9696155	2.8793852
160	10	10	170	1	1.9696155
170	0	10	170	0	1

（ホーリングラインとトレイリングラインの開き角=170° ）

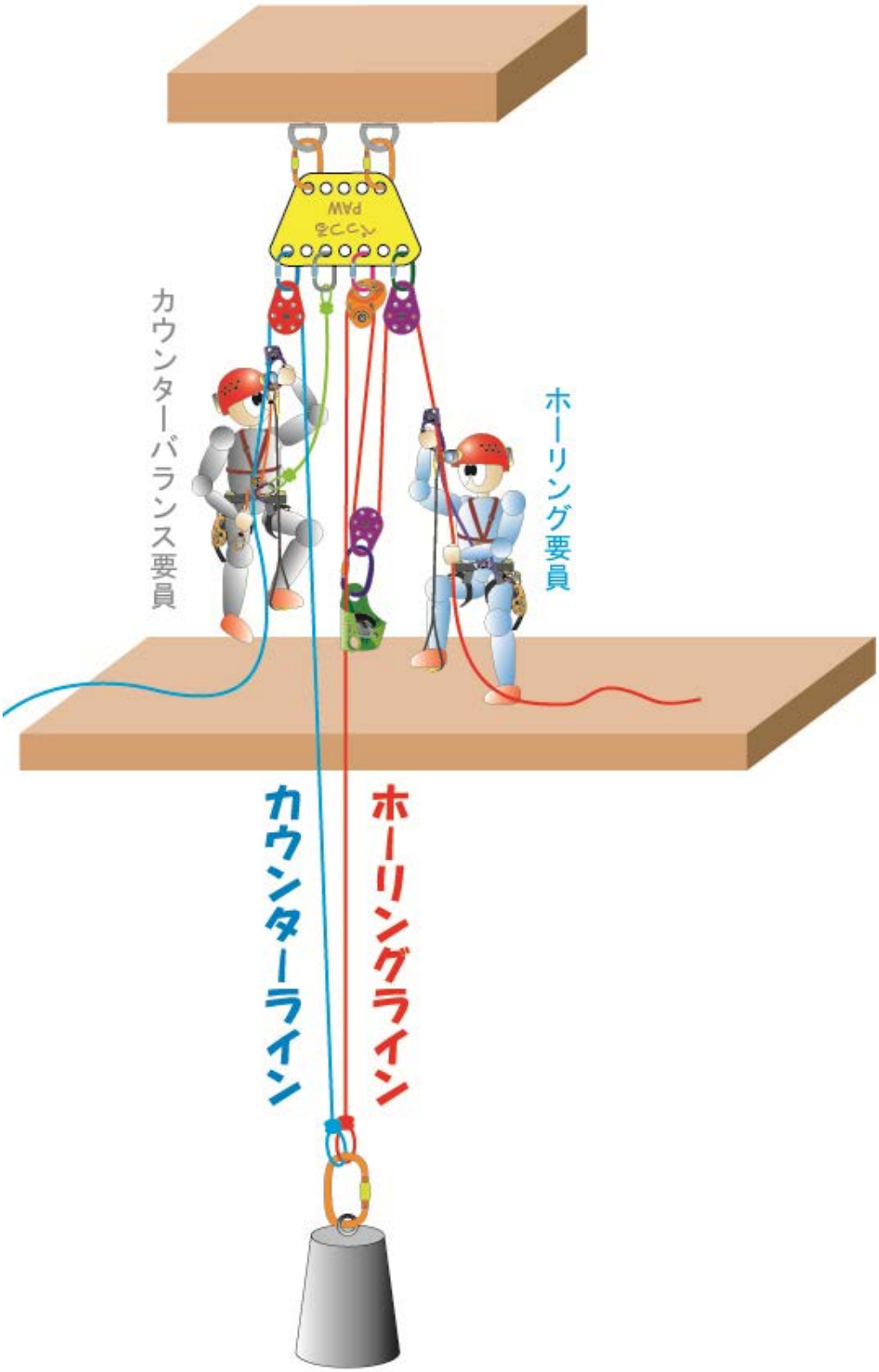
・ホーリングリビレイ

上記のどの方法でもエッジの回避ができない場合は、エッジ部にホーリング支点とホーリングシステムを設置して、複数ピッチでのホーリングを行う。

要救助者（運搬物）が中間ホーリング支点までホーリングできた時点で、上方ホーリングラインへの荷重の載せ替えを行う。

6-6 カウンターバランス要員

もし十分な人数の救助者がいて、予備のロープがある場合には引き上げ対象物と救助者でカウンターバランスを構築すると、ホーリング重量を減らし、確保ラインを増やすことができる。



6-7 伴走要員

ホーリングの際にはホーリング対象物がピッチ途中で引っかかるなどトラブルが発生した際に引っ掛かりを解いたり、中間セット（リリーサブルプーリー、エッジローラー）を通過させる際に通過操作を行うために、ホーリング対象物に合わせて伴走して登るロープユーザーが必要になる。
中間セットがなく引っかかりもない平面的なホーリングの場合には、伴走者が不要な場合もあるが、基本的には伴走者を配置する。
原則として伴走者はホーリングロープとは別のロープでリギングし、登高・下降する。
レスキューの場合は、伴走者は要救助者と確保ラインで接続し、確保を相互補完する。
伴走者はホーリング対象物ホーリング対象物の上下に同調して昇降しなければならない。



このときホーリングラインと伴走者ラインの交差に注意が必要。

伴走ラインは固定され、ホーリングラインはホーリングに伴って流動するので、ロープ同士の交差箇所があると擦過してロープ切断の危険があるので十分に注意してリギングを行う。



6-8 マオシステムを使った要救助者のホーリング

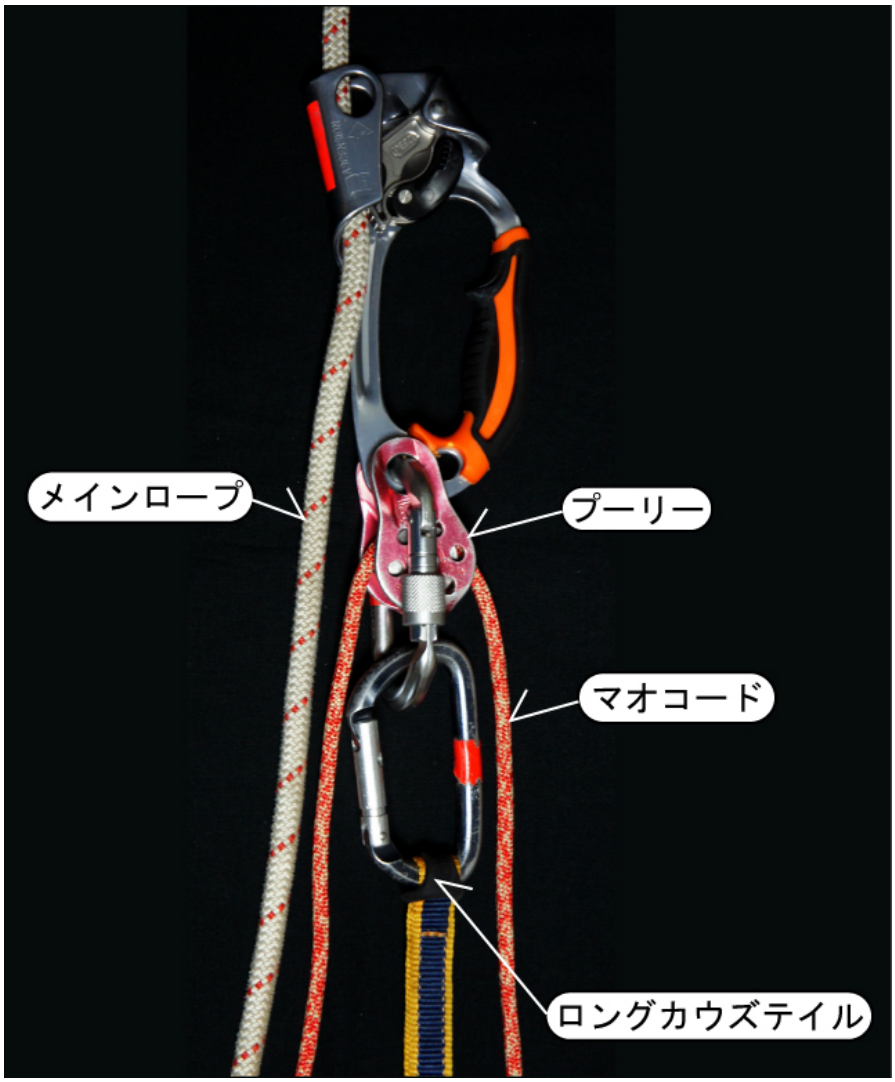
救助者が一人しかいない（不足している）場合には、救助者はマオシステムを用いて要救助者を連れて登高することができる。

この場合、救助者は登高することで精一杯となり、要救助者の面倒が見にくくなる欠点がある。しかし最少人数・最少装備でのホーリング可能な方法である。

登れる距離は漕いだ距離の半分になるが、半分の力で登れる。要救助者を連れて登る場合などに使用するが、救助者には要救助者の体重がすべてかかってくるため、登高中にトラブルが発生した場合、救助者も脱出できなくなる可能性がある。

マオシステムの使用はトラブル解消時や他に救出手段がない場合の最終手段と考えること。

1. ハンドアッセンダーのボトムホールにプーリーをカラビナで接続する。
   この時、ハンドアッセンダーとプーリーの距離が近いほうがハンドアッセンダーを高くまで押し上げることができるので、漕ぎ上がれる距離が大きくなる。
   そのため、フィックス タイプのプーリーの場合は下図のように接続する。

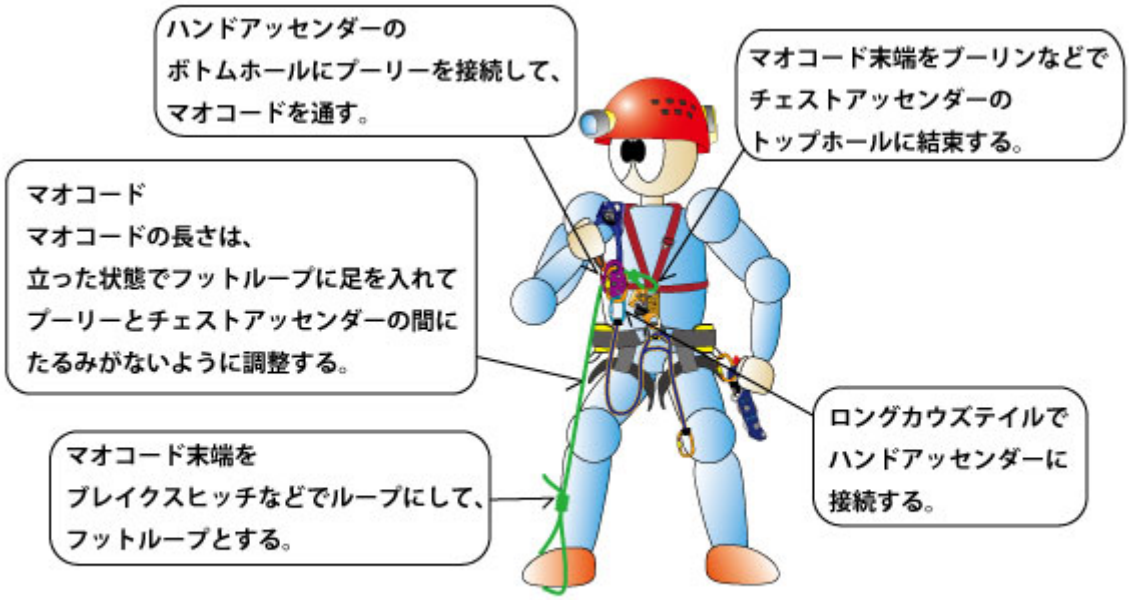


そしてハンドアッセンダーにロングカウズテイルでセルフビレイをとっておく。

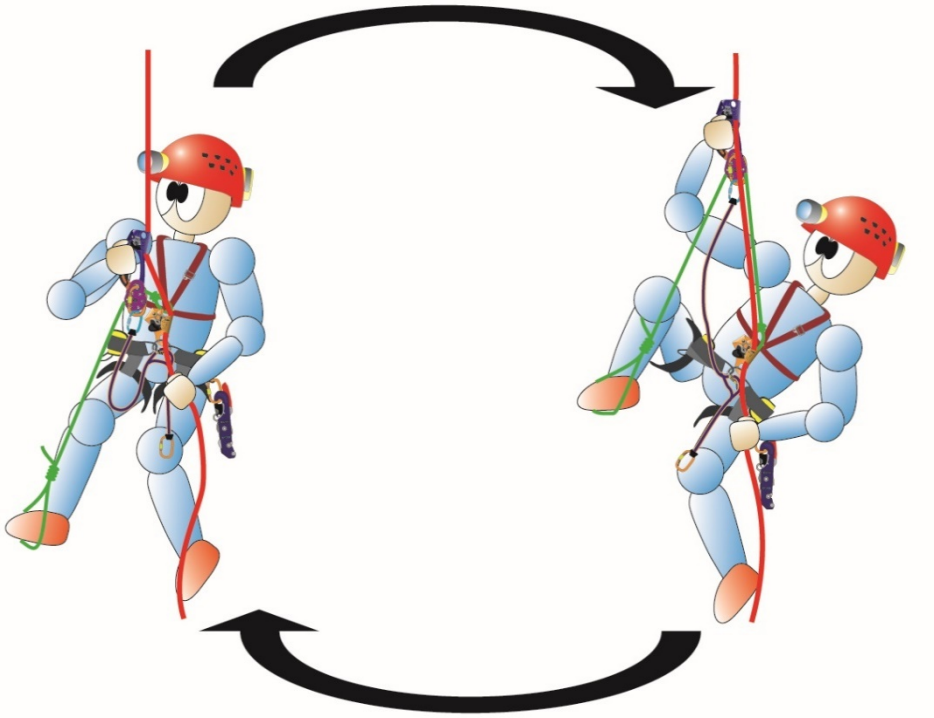
2. 予備コードでマオコードを製作する。

マオコードの末端を救助者のクロールのトップホールにブーリンなどで接続し、プーリーを通して他方末端に調節可能なフットループを作る（プルージックやブレイクスヒッチなどを用いる）。

マオコードの長さは、立った状態でフットループに足を入れてプーリーとチェストアッセンダーの間にたるみがないように調節する。

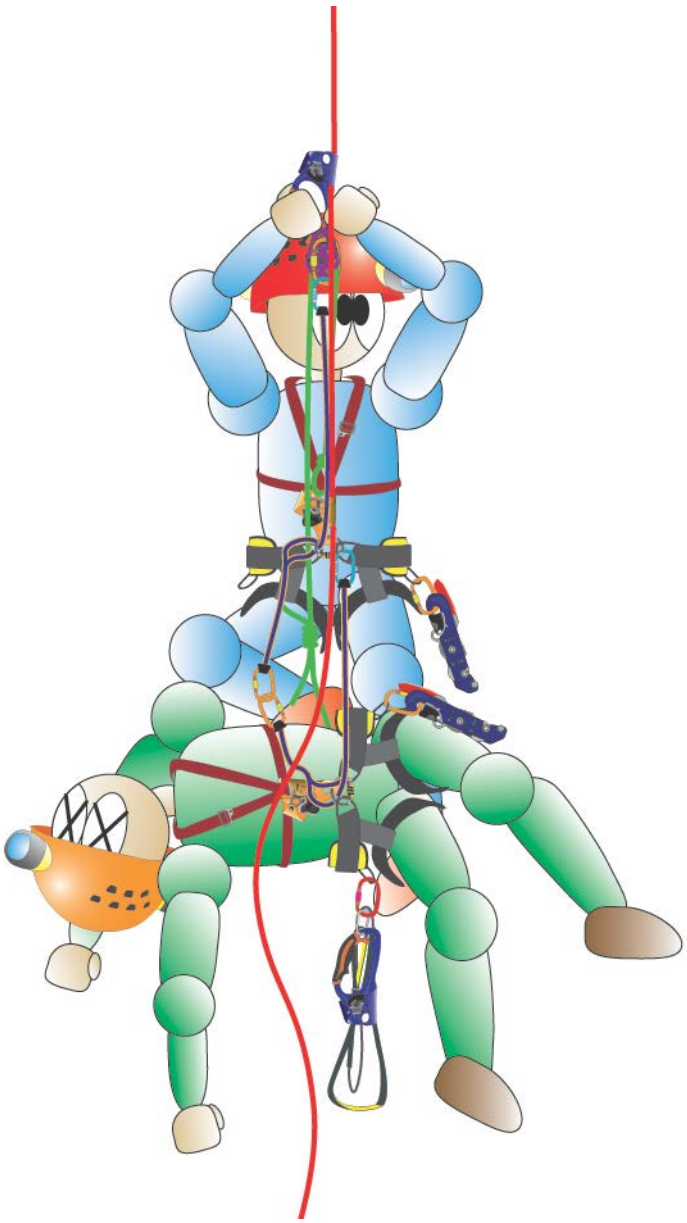


マオシステム（イタリアンフットループシステム）



マオシステム登高動作

3. 要救助者のロングカウズテイルと双方のショートカウズテイルを使って、救助者と要救助者を 2 重に接続し、ロープを登高する。



6-9 登高しながらのサブホイストを使ったホーリング（アッセントホイスト）

6－8 と同じく、救助者が要救助者を連れて登り上がることができるシステムである。

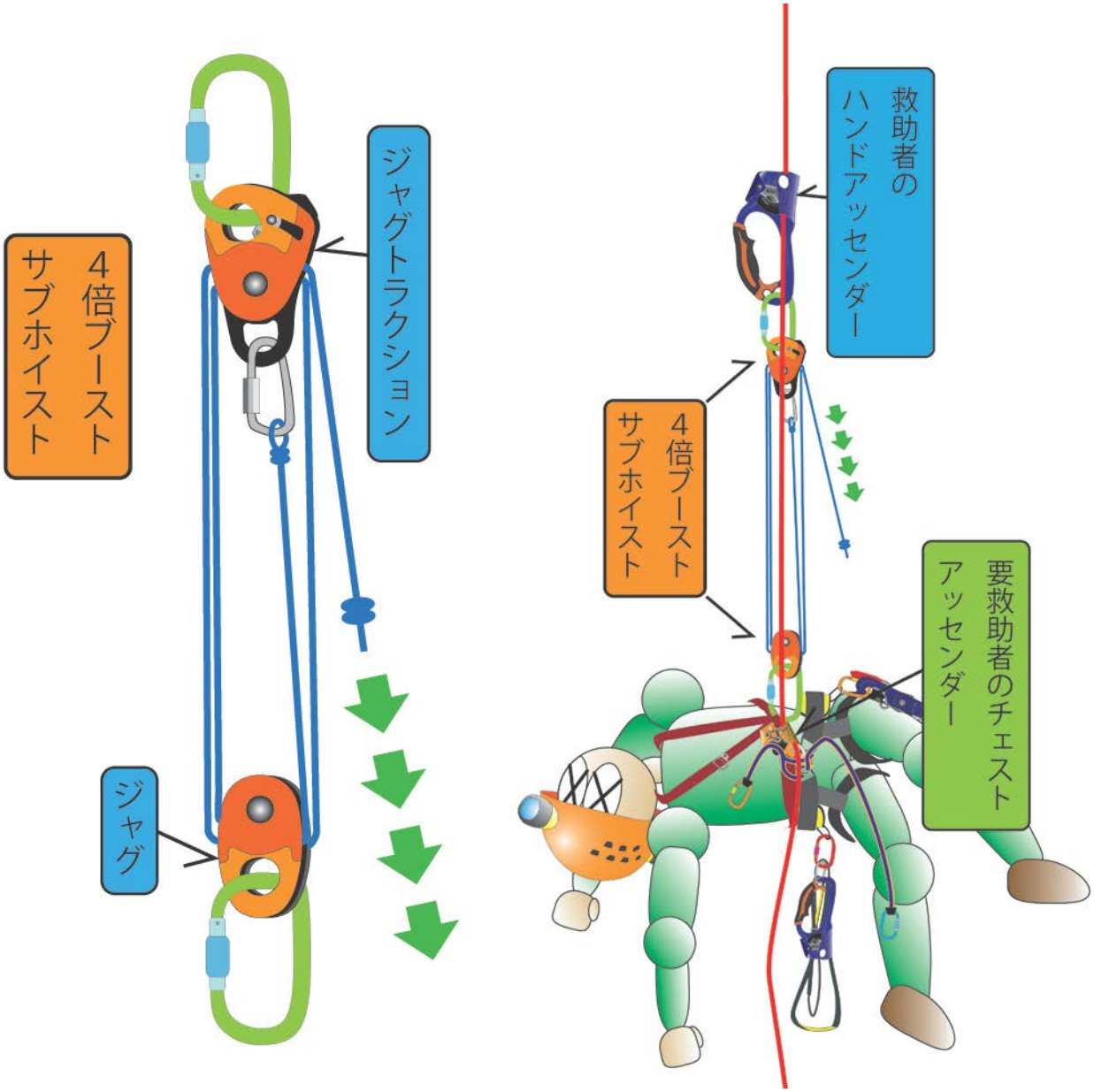
救助者は、要救助者をサブホイストで引き上げつつ救助者自身も登高する。

マオシステムに比べて必要ギアが多いのがデメリットであるが、救助者自身には要救助者の体重がかからないため、救助者はいつでも容易に移動・脱出ができることがメリット。

ツインプーリーなどを使って 4 倍ブーストのサブホイストを製作する。

小型カムが内蔵されたジャグトラクションを使用すると便利。

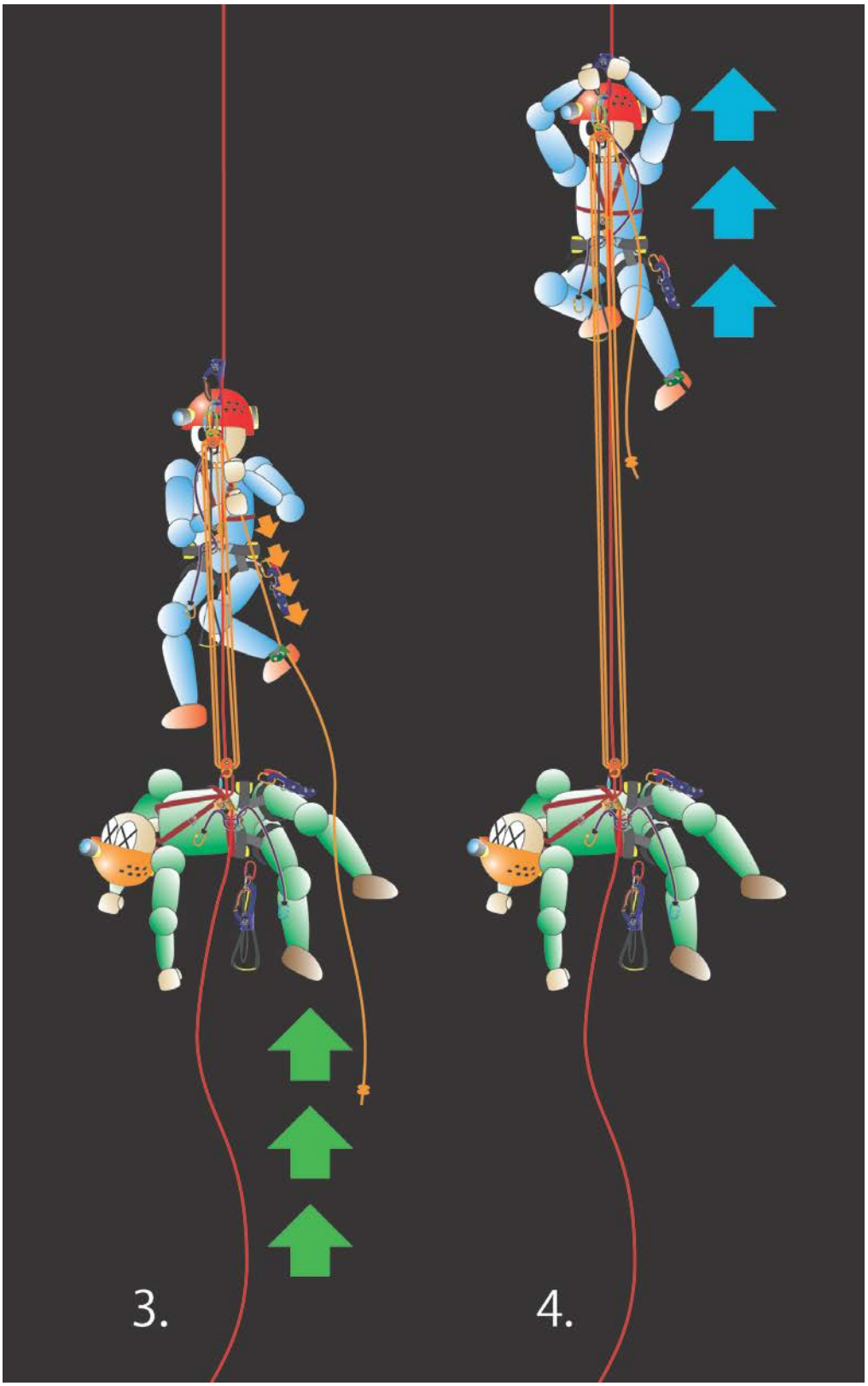
（平時から、レスキューを想定してジャグとジャグトラクションで作ったサブホイストを携帯することが望ましい。10m のロープを使用して揚程 2.5m くらいが使いやすい。）



1. 要救助者をチェストアッセンダーでメインロープに接続する。サブホイストを準備して、要救助者のチェストアッセンダーのトップホールと救助者のハンドアッセンダーを接続する。要救助者の下に重りを設置し、要救助者のチェストアッセンダーから円滑に流れるようにしておく。
2. 救助者はサブホイストのカムを解除して、サブホイストを緩めつつ登高する。

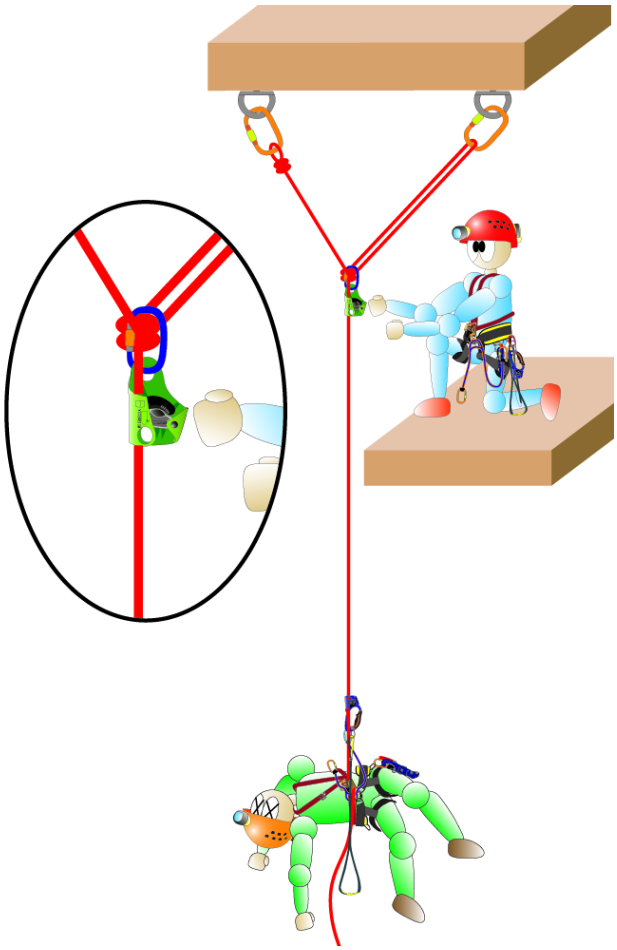


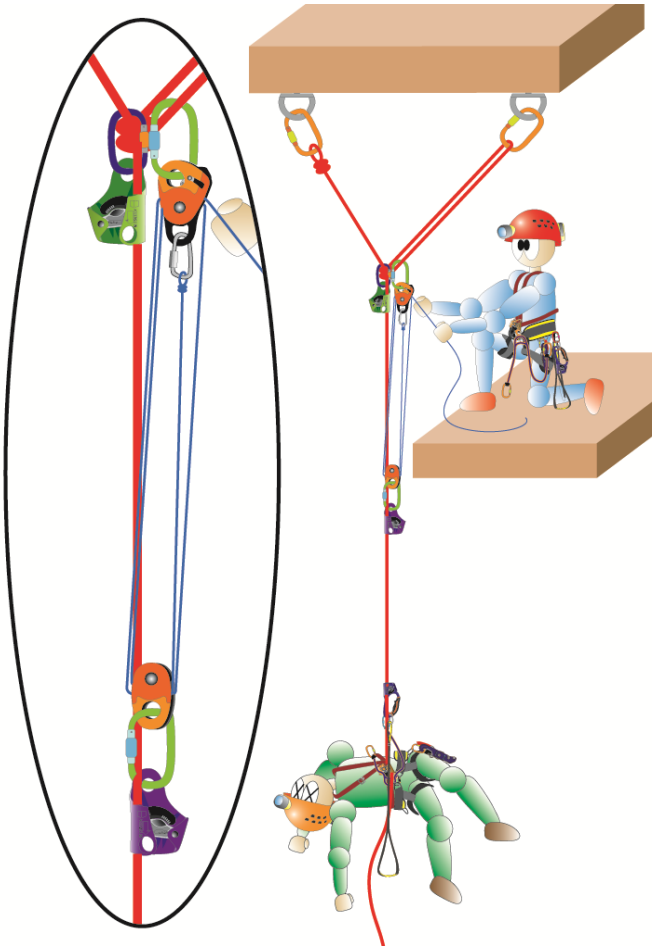
3. サブホイストの揚程いっぱいまで登ったら、サブホイストのカムを有効にしてサブホイストを巻き上げ、要救助者をホーリングする。この時、サブホイストの引き手側ロープをフットアッセンダーで踏むと効果的。
4. 救助者はサブホイストのカムを解除して、サブホイストを緩めつつ登高する。以下繰り返し。



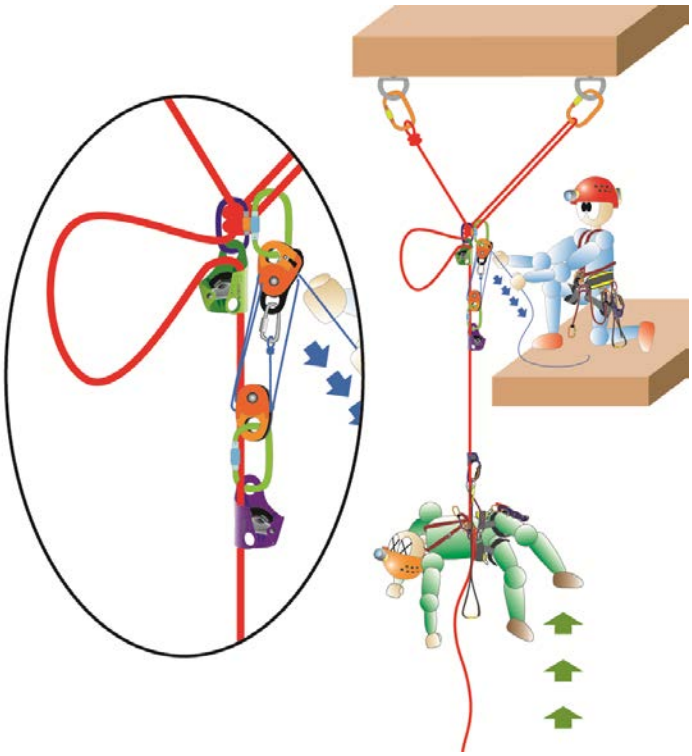
6-10 タウトロープからのホーリングシステムの組み立て

1. アンカーポイントにアッセンダーを接続し、メインロープに取り付ける。
2. サブホイストを取り付ける。

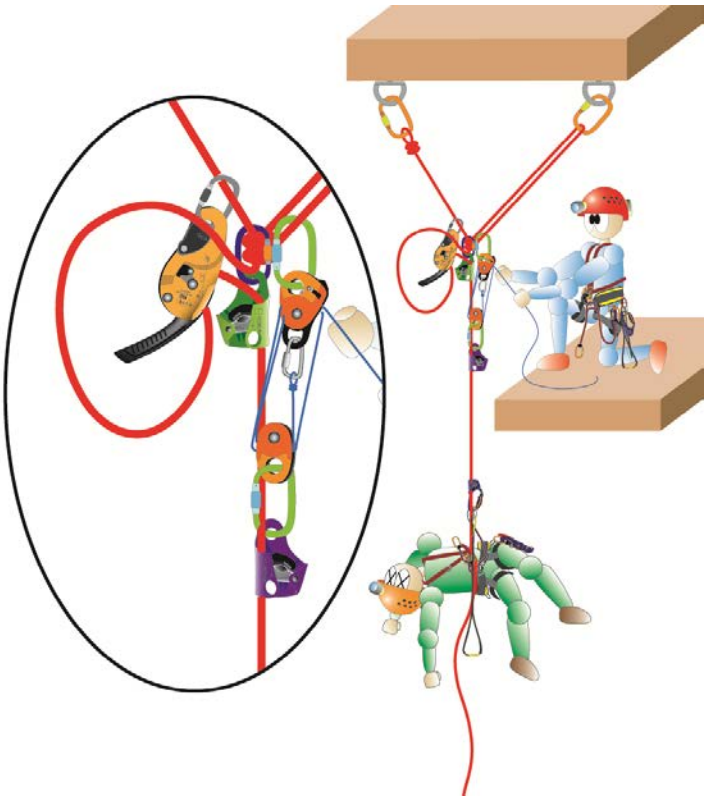




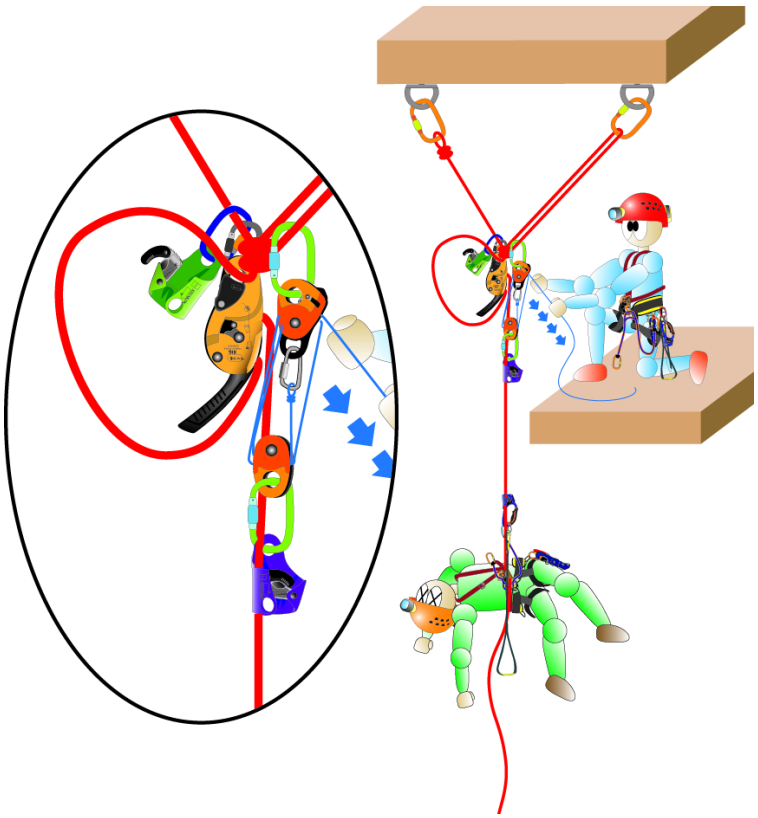
3. サブホイストでメインロープのホーリングを行う。
（この時点でサブロープ系ホイストは完成。）



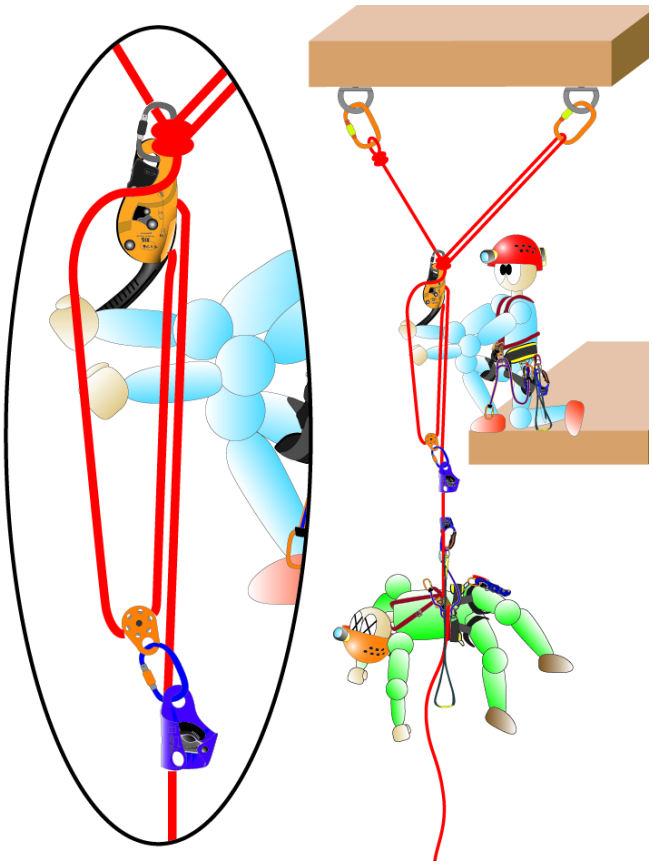
4. メインロープ系ホイストに変更する場合は、アンカーポイントに接続したアッセンダーの上部にホーリングしたメインロープにプーリーカムやボビン系下降器などのメインディバイスを取り付ける。



5. サブホイストでテンションをかけて、アンカーポイントのアッセンダーを取り外し、メインディバイスにテンションを移す。

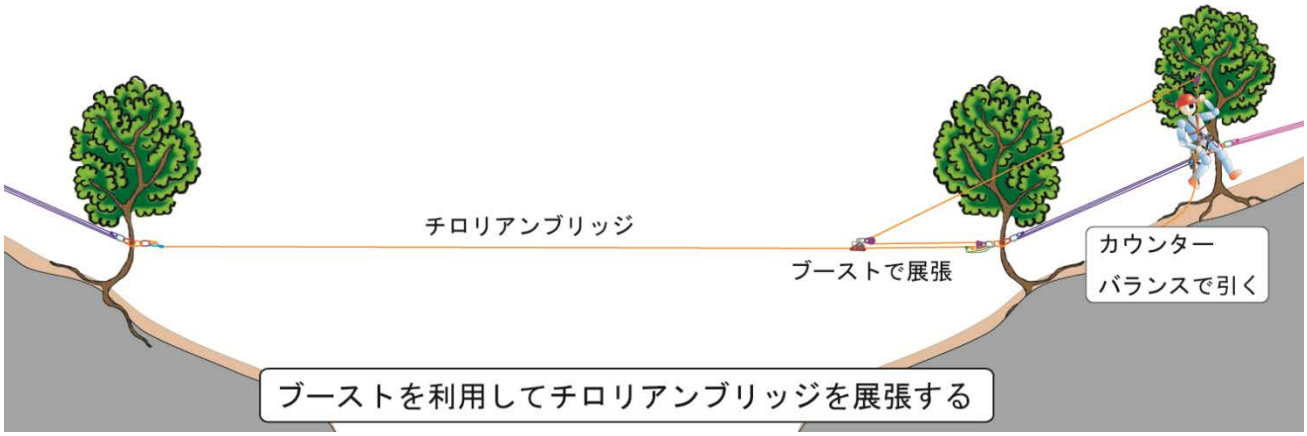


6. アンカーポイントのアッセンダーを取り外し、メインロープ系ホイスト完成。



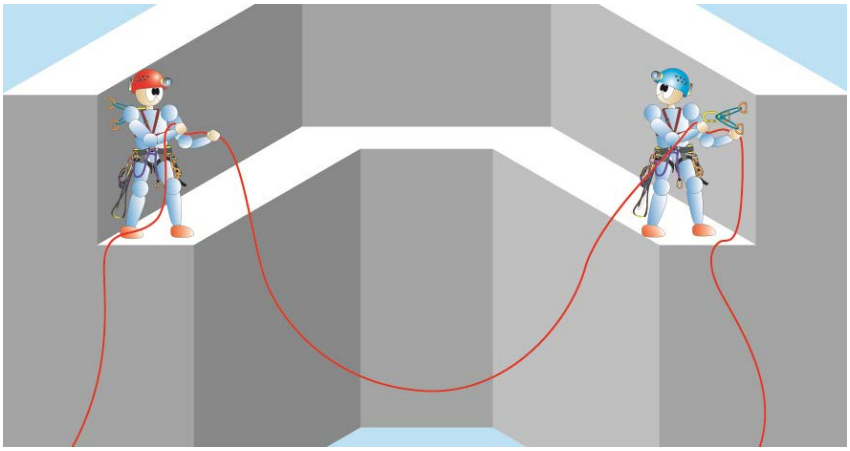
7. チロリアンブリッジ

チロリアンブリッジとは水平方向に強く引っ張ったロープ上を渡って移動する技術をさす。
チロリアンブリッジを張るためにロープに張力を持たせて引っ張ることを「展張」と呼ぶ。
ロープに十分な張力を得るためにブーストシステムを用いて展張する。



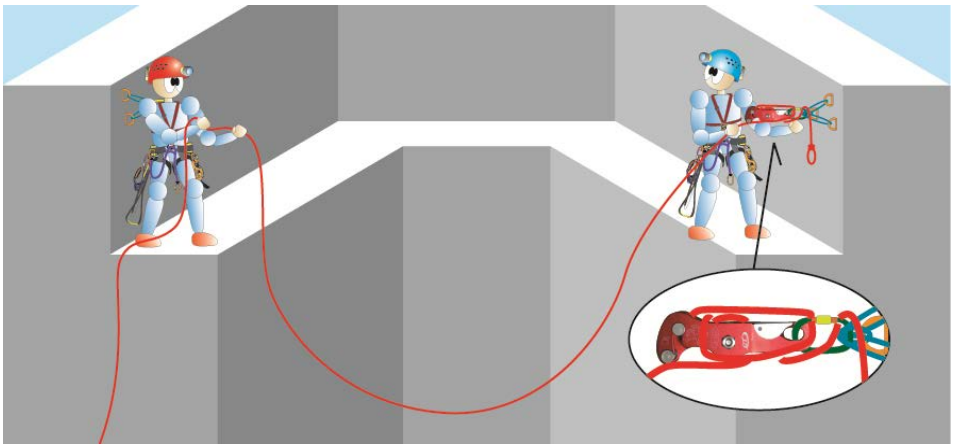
7-1 チロリアンブリッジの構築

1. まずチロリアンで結びたい 2 点間にロープを渡す。

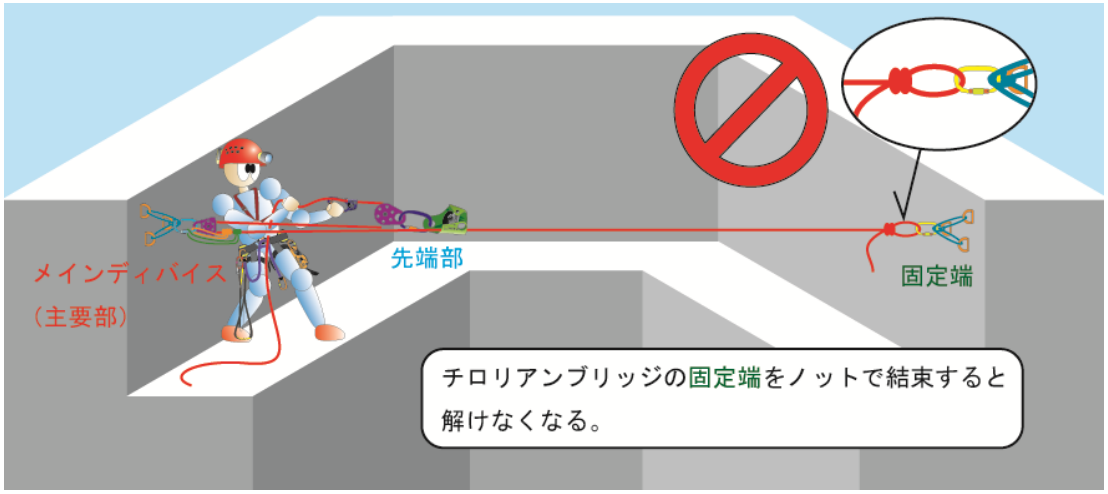


もし 2 点の間にロープを受け渡すことができないような障害物がある場合や、直接行き来できない場合は、スローラインテクニックなどを使用するとうまくいくことが多い。（アドバンスド編「10 章スローラインテクニック」参照）。

2. 次に固定端を非偏心のボビン系ディッセンダー（シンプル・イーグルなど）かプルージックを用いて固定する。



チロリアンブリッジの固定端にロープを結束する際、メインロープにノットを作るとブーストの高荷重でノットを締結することになるため、除荷重してもノットが解けなくなる。

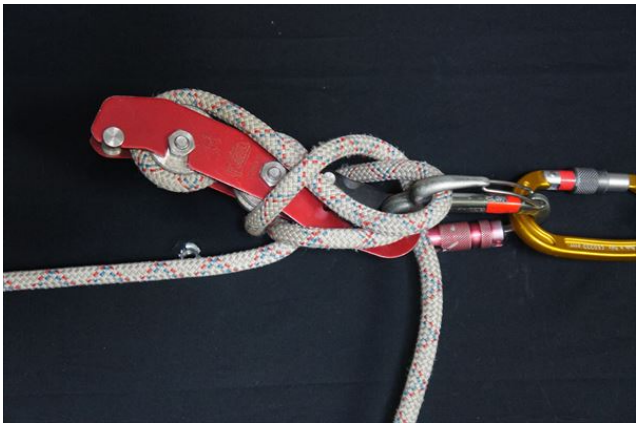


そのためチロリアンブリッジでのロープ固定端はテンションレスヒッチを用いるか、



プルージックコード、もしくは非偏心のボビン系ディッセンダーを用いること。
プルージックコードを用いる場合は、メインロープにたるみを持たせてダブルフィギュアエイトノットでアンカーに接続しバックアップとする。
非偏心のボビン系ディッセンダーを用いる場合はロープを巻き付けてハードロックしておく。

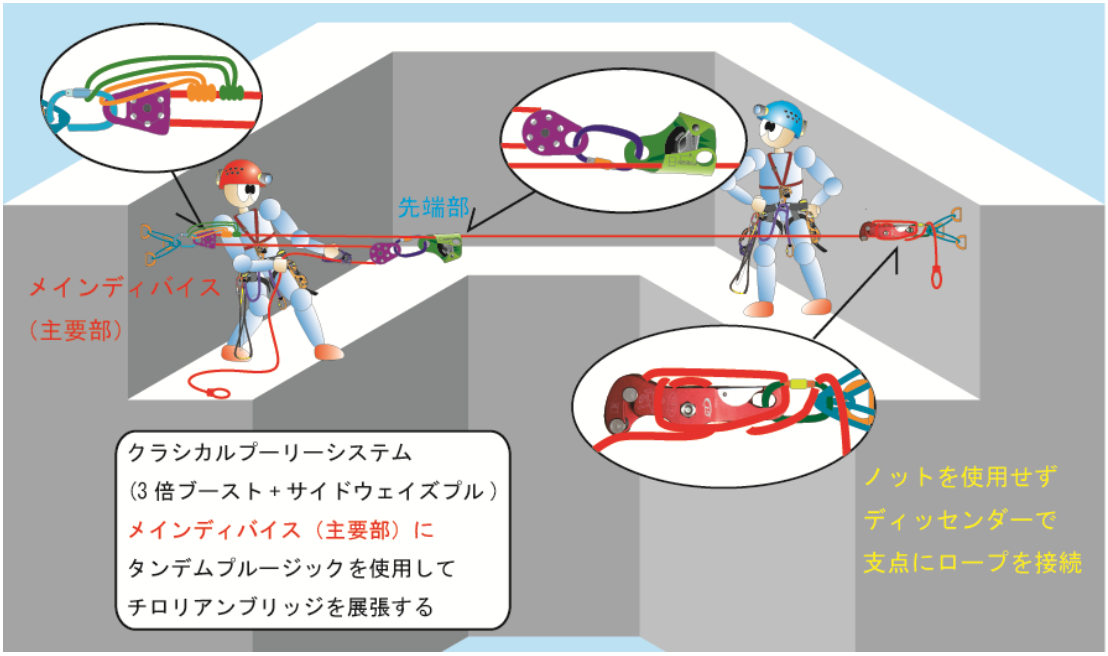




3. メインディバイス側を、ブーストを用いて展張する。

（「5-6 効率的なホールパワー（合計引き上げ力）の引き出し方」参照）

メインディバイスにはプーリー＋プルージック複合体か、ボビン系下降器を用いる。ブースト先端部にはプーリー＋アッセンダー複合体を用いて任意の倍数のブーストを構築する。

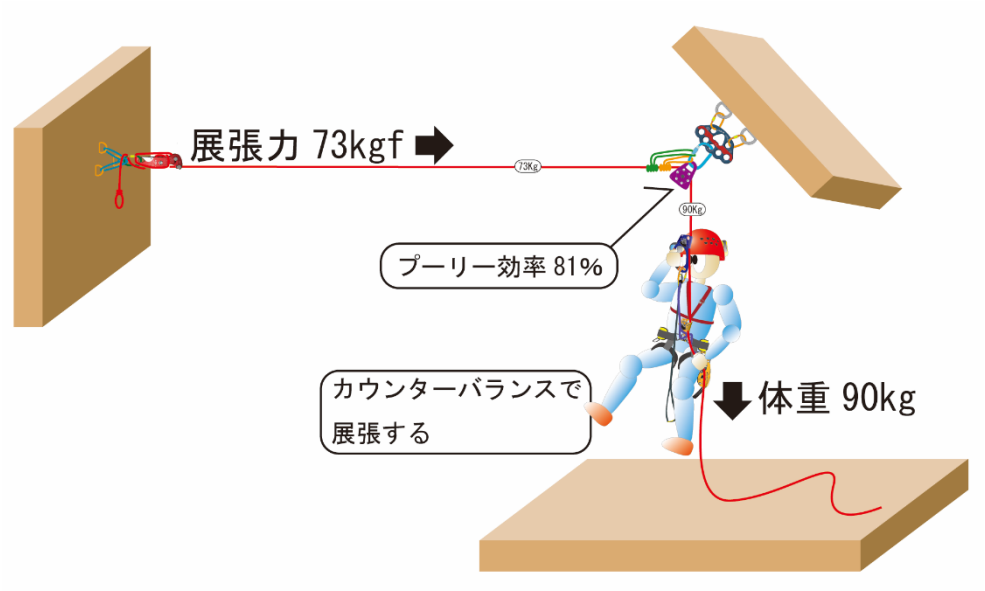


その際には発生する荷重を計算して見積り、アンカーシステムやロープ残存強度が余裕を持って発生荷重を上回るように構築しなくてはならない。

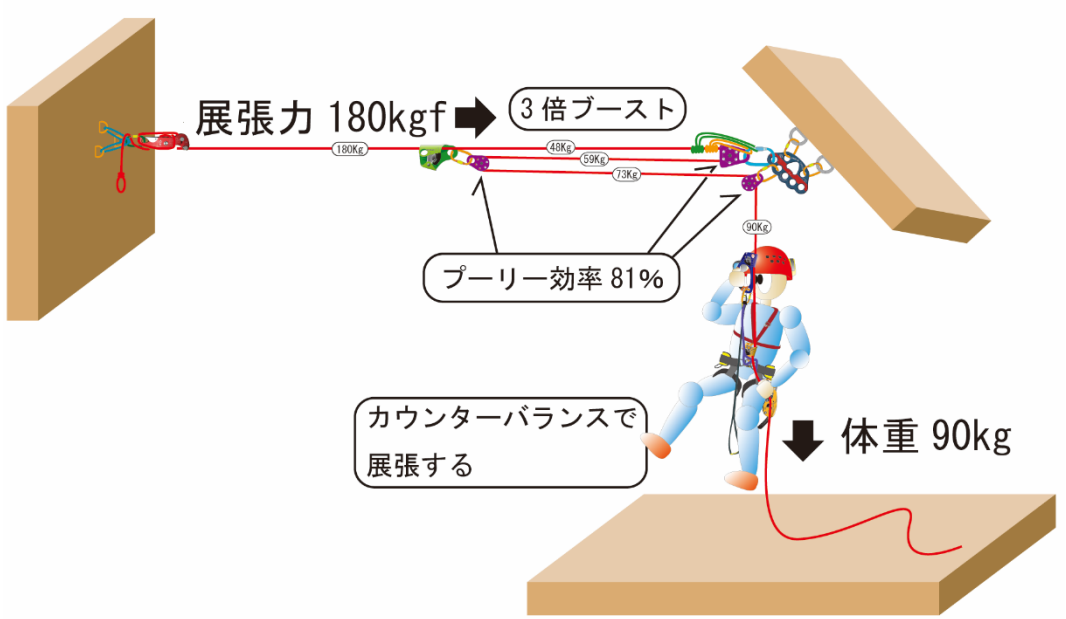
（「7-2 チロリアンブリッジ運用時の発生荷重の見積り」参照）

展張する際、カウンターウェイトを用いて展張すると展張力の見積りが容易になる。

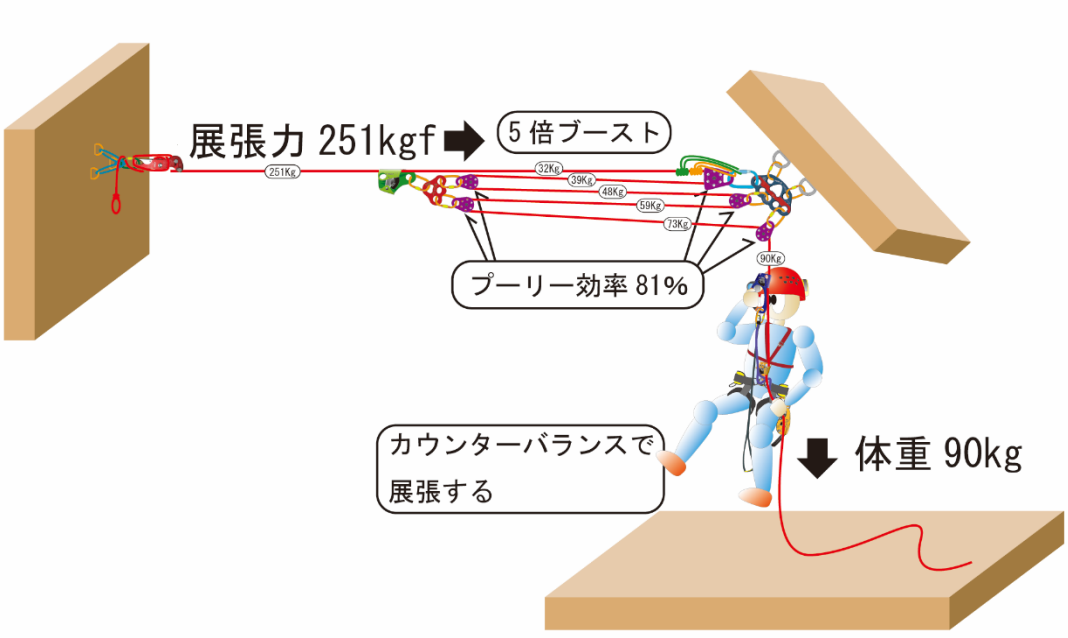
例：体重 90kg の SRT ユーザーが効率 81%のプーリーを使ってカウンターバランスで展張した時の展張力→72kg



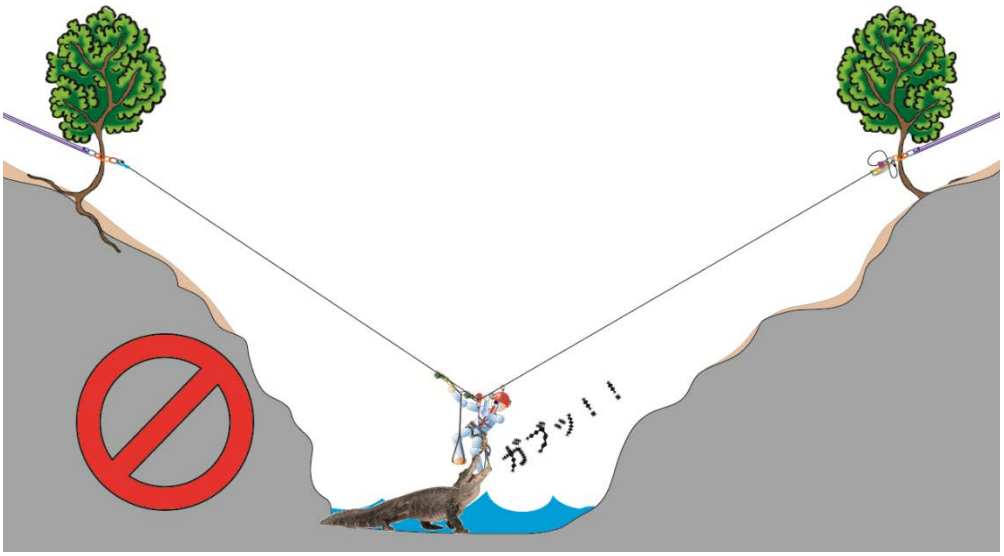
体重 90kg の SRT ユーザーが効率 81%のプーリーを使って 3 倍ブーストのカウンターバランスで展張した時の展張力→180kg

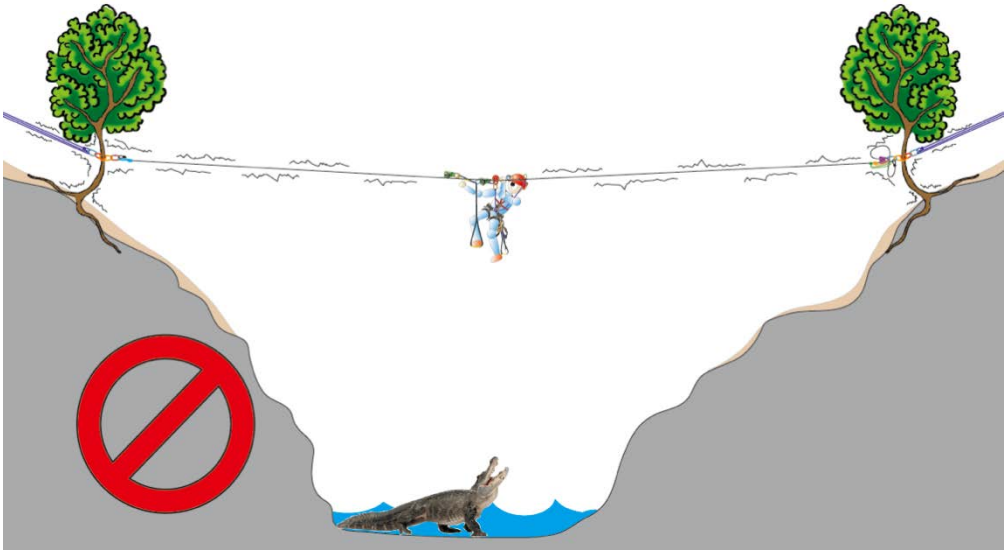


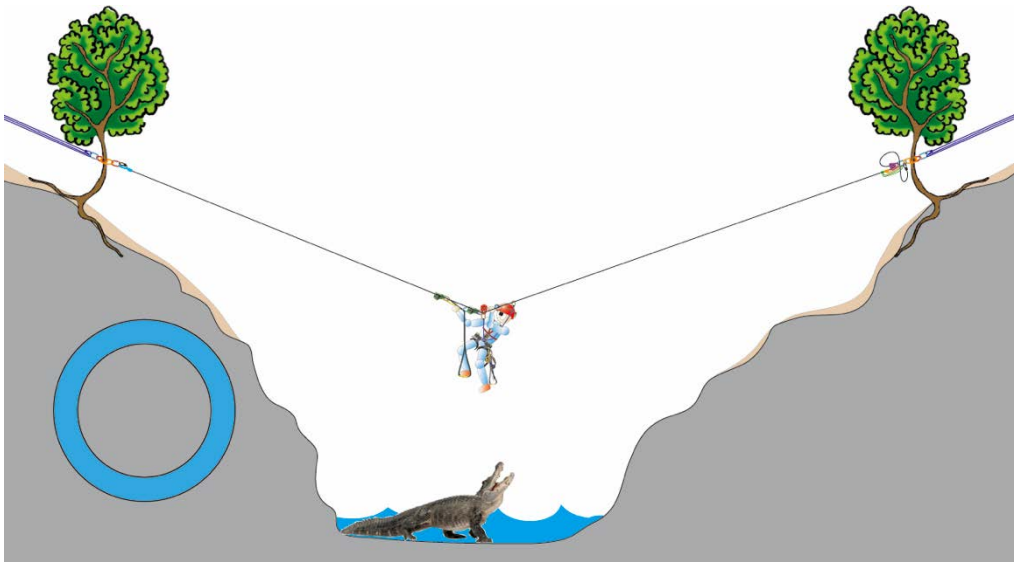
体重 90kg の SRT ユーザーが効率 81%のプーリーを使って 5 倍ブーストのカウンターバランスで展張した時の展張力→251kg



展張の際には展張力は必要最低限とし、不要に張力をかけ過ぎないこと。
障害物を回避して順調に渡行できればよしとし、過度の展張は避ける。

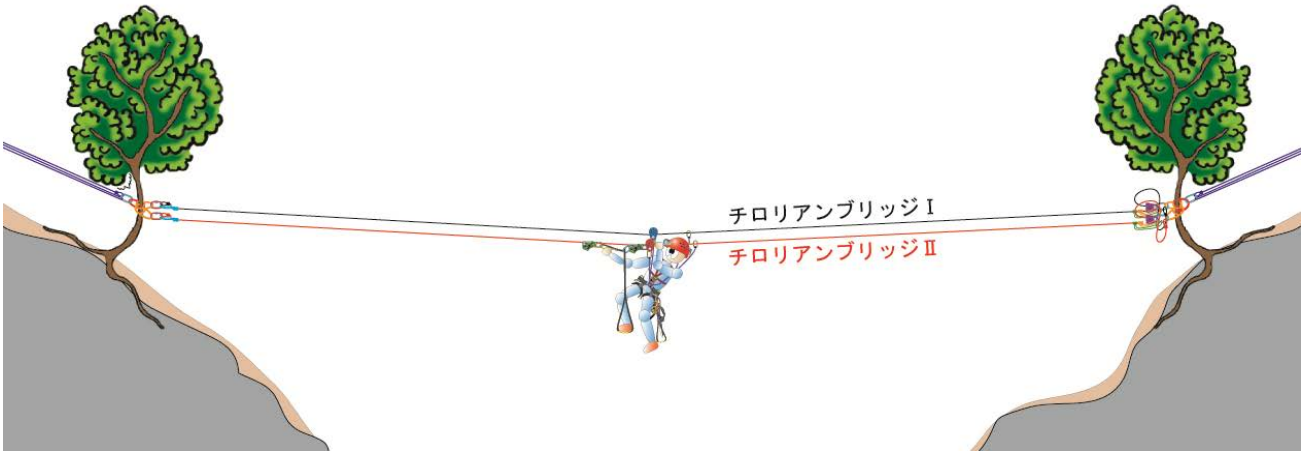




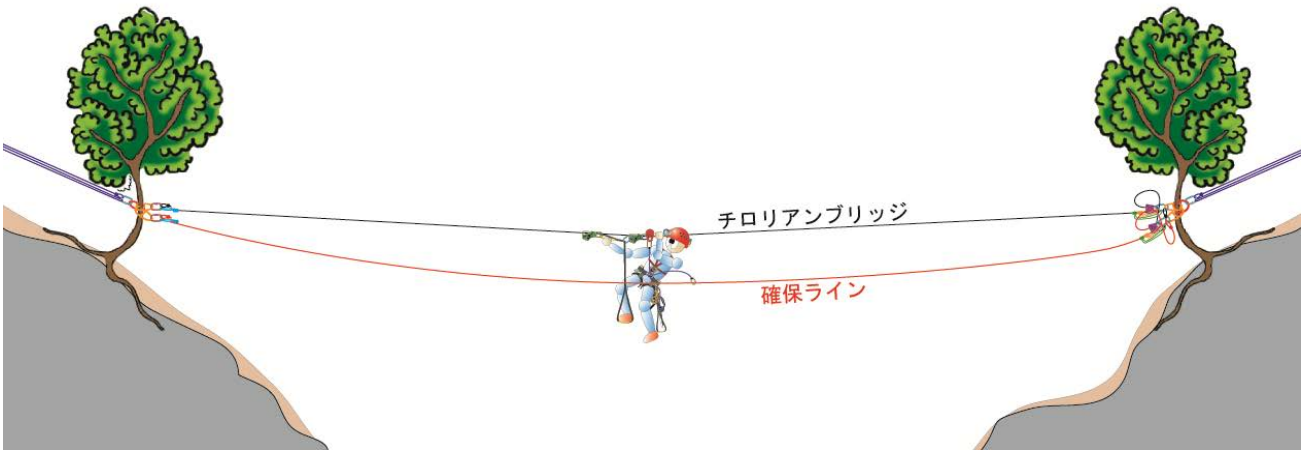


次項で述べるが、チロリアンブリッジ運用時にはロープやアンカーに SRT ユーザーの体重の何倍もの高荷重が生じるため、それに耐えうる強固なアンカーシステムを構築しなくてはならない。(「5－7 ブーストシステムを用いた時のアンカーシステム」参照)
強い展張はアンカーやロープに大きな負荷を与えることになり、その分強固なアンカーやロープが必要となるため、不要に強い展張は避けること。

当然チロリアンブリッジ構築にあたってはアンカー強度とロープ残存強度が余裕を持って**総合荷重**を上回らなければならない。
また、チロリアンブリッジを構築する際には、たとえ**総合荷重**が小さくても、少なくとも**直径 10 ㎜以上**のロープを使うことが望ましい。
やむをえず強い力で展張する場合や運用荷重が大きい場合、ロープの残存強度に不安が残る場合などは、念のためチロリアンブリッジを 2 本のロープで構築することが望ましい。



また支点強度に 2 本目のチロリアンを張る余裕がない場合は、別のロープでチロリアンと平行する確保ライン（ほとんど展張しない）を構築することが望ましい。



7-2 チロリアンブリッジ運用時の発生荷重の見積り

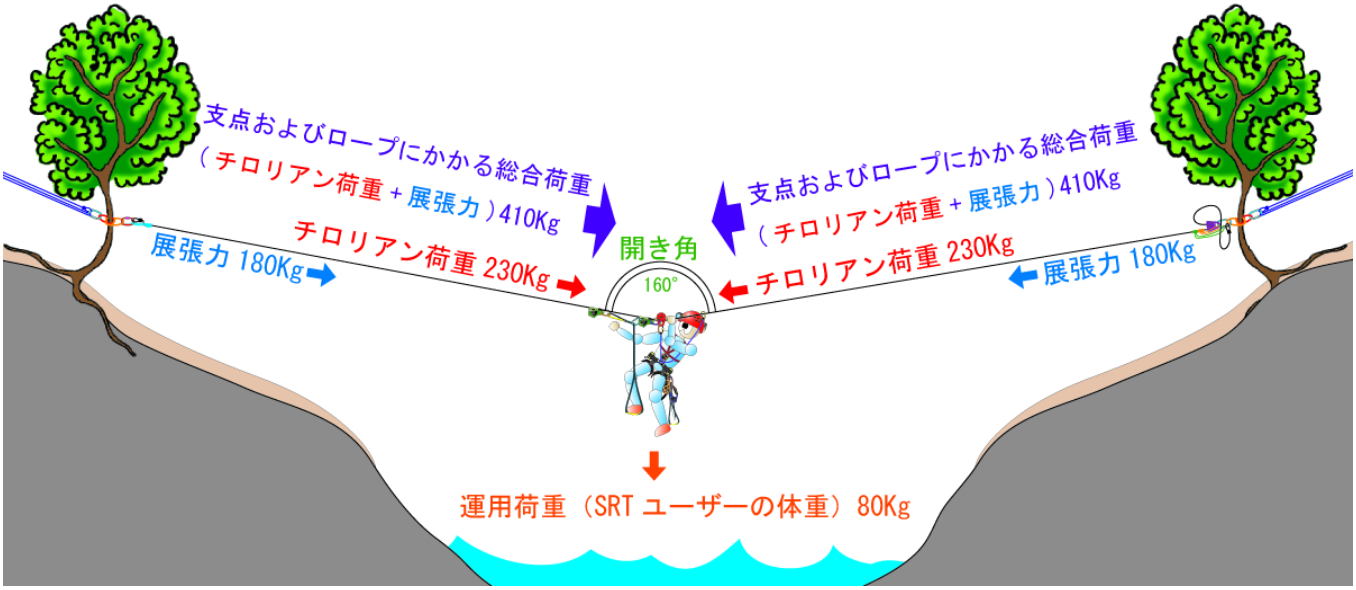
チロリアンブリッジは、ロープを水平に展張して構築する。

その際展張にかけた力を**展張力**と呼ぶ。

またチロリアンブリッジを渡る物体の重さ（SRT ユーザーや要救助者の体重、運搬する荷物の重さなど）を**運用荷重**と呼ぶ。

さらに、チロリアンブリッジを利用する（運用荷重をかける）ことによってチロリアンロープや支点に生じる荷重を**チロリアン荷重**と呼ぶ。

チロリアンブリッジを運用する際には、チロリアンブリッジを展張したホールパワー（**展張力**）と、**チロリアン荷重**の合計がロープおよび支点にかかる（**総合荷重**）。



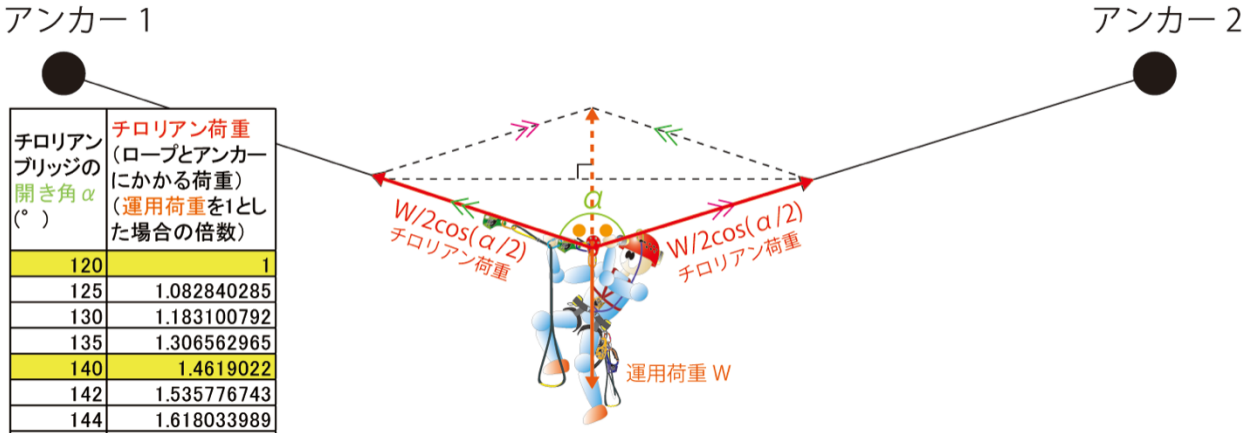
この**総合荷重**は、条件によっては 10kN（1ｔ）にも達することがあり、支点やロープが運用に耐えうるかどうかを見積もってチロリアンブリッジを構築する必要がある。

展張力の計算は、「3 章ブースト（倍力）」で示した通り、プルパワーとブースト倍数、プーリー効率などを用いて求める。

チロリアン荷重は**運用荷重**とチロリアンブリッジの**開き角**から計算することができる。

チロリアン荷重はチロリアンブリッジの**開き角**が大きくなるほど増大する。

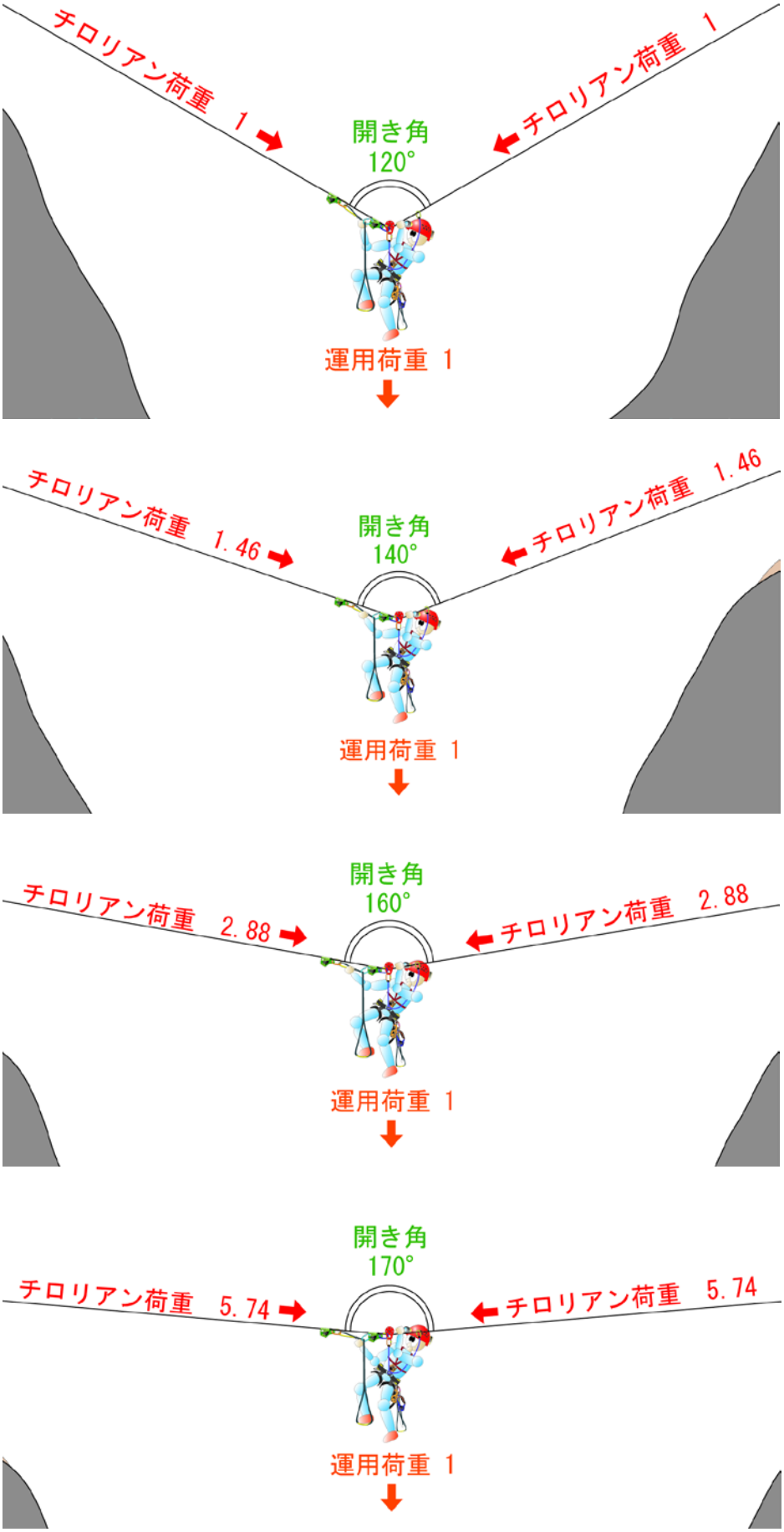
そのため、必要以上に大きな開き角を形成するような過度の展張は避けるべきである。



チロリアンブリッジの開き角α（°）	チロリアン荷重（ロープとアンカーにかかる荷重）（運用荷重を1とした場合の倍数）
120	1
125	1.082840285
130	1.183100792
135	1.306562965
140	1.4619022
142	1.535776743
144	1.618033989
146	1.71015181
148	1.813977639
150	1.931851653
152	2.066782747
154	2.222705741
156	2.404867172
158	2.620421532
160	2.879385242
162	3.196226611
164	3.592648267
166	4.102754524
168	4.783386117
170	5.736856623
172	7.167793513
174	9.553661305
176	14.32685417
178	28.64934425
180	∞

・チロリアンブリッジの開き角をαとする。
・チロリアンブリッジの両支点は均等に荷重しているとする。
・クライマーの体重を運用荷重 W とすると
・チロリアン荷重はそれぞれ W/2cos(α/2)

チロリアンブリッジの開き角αとチロリアン荷重の関係
（チロリアンブリッジが等角に開いている場合）


チロリアン荷重　1
チロリアン荷重　1
開き角
120°
運用荷重　1
チロリアン荷重　1.46
チロリアン荷重　1.46
開き角
140°
運用荷重　1
開き角
160°
チロリアン荷重　2.88
チロリアン荷重　2.88
運用荷重　1
開き角
170°
チロリアン荷重　5.74
チロリアン荷重　5.74
運用荷重　1

チロリアンブリッジの開き角はチロリアンブリッジ中央で最大となり、チロリアン荷重も最大となるため、構築の際のチロリアン荷重の見積もりにはこの値を使用する。

チロリアンブリッジの展張に際しては以下の条件を満たす必要がある。
・支点系の強度が総合荷重に安全率を確保して耐えうること。
・残存ロープ強度が総合荷重に安全率を確保して耐えうること。
したがって、総合荷重が、残存ロープ強度以下の荷重となるように展張力を調整して運用しなくてはならない。
チロリアンブリッジの運用の際には、展張力と運用荷重が決まると、開き角とチロリアン荷重は自動的に決定されるため、双方を任意の値にすることはできない。
さらに、実験の結果、チロリアンブリッジのロープ径やチロリアンブリッジの長さは開き角とチロリアン荷重を決定する有意な条件とはならない。
巻末に実験結果を示す。

チロリアン荷重を決定するのは、主に展張力と運用荷重であり、それらが決まるとおのずと総合荷重も決定される。
以下に代表的な条件での目安値を示す。
実際の運用に際しては最も近い条件での値を近似値として用いる。
念のため大きい方の値を採用することが望ましい。

展張力 (kgf)	運用荷重 (kgf)	開き角(°)		チロリアン荷重(kgf)		総合荷重(kgf)	
		最小	最大	最小	最大	最小	最大
73	50	151	156	100	120	173	193
180	50	161	168	151	239	331	419
250	50	167	168	221	239	471	489
20	75	131	131	90	90	110	110
73	90	146	151	154	180	227	253
180	90	156	161	216	273	396	453
250	90	162	166	288	369	538	619
73	162	140	141	237	243	310	316
180	162	149	155	303	374	483	554
250	162	153	159	347	444	597	694

残存ロープ強度が総合荷重を余裕をもって上回るように構築する。
残存ロープ強度の見積りは、ロープメーカーの公表強度から、「4 章ロープ強度の損失」を参照して見積る。
また、プーリーの最大運用荷重も考慮して然るべきプーリーを採用する。
（「5-4 プーリーの運用荷重」参照）

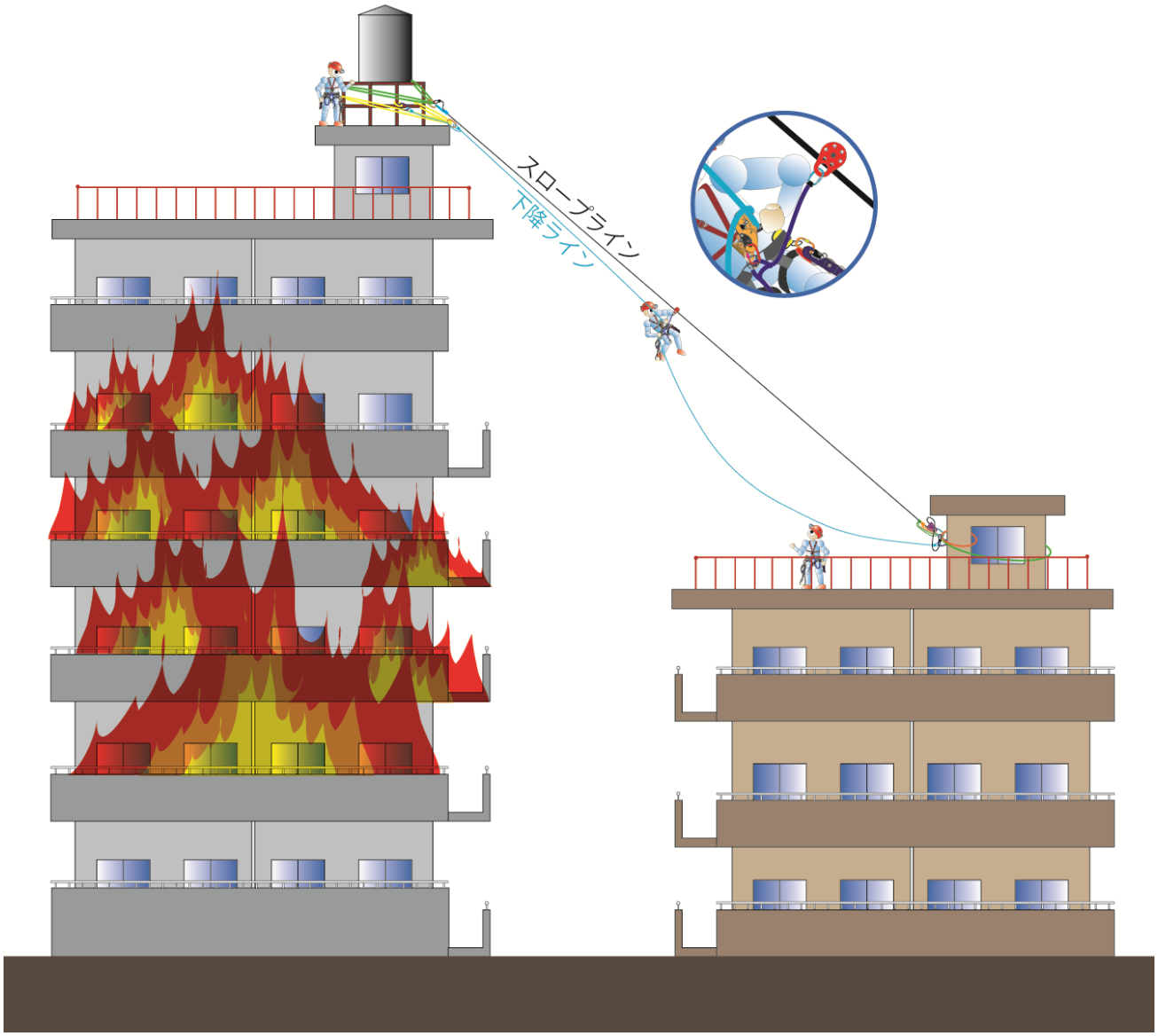
展張のメインディバイスはプーリー+プルージック複合体を用いて展張を行う。



またφ＝7㎜のプルージックコードを用いた場合も総合荷重が7kN（目安として）を超える運用は避けるべきである。
アンカー強度の見積もりとその後のブーストでの仮荷重テストを行い、最終的な安全確認を行う。
アンカーシステム構築のセオリーは「5章ブースト」を参照。

8. スロープチロリアン

スロープチロリアンはチロリアンブリッジを斜め方向に展張し、下降ラインを併用して斜め方向に移動する技術である。



8-1 スロープチロリアンの構築

スロープラインはチロリアンブリッジと同様にブーストによって展張する（「7 章チロリアンブリッジ」参照）。

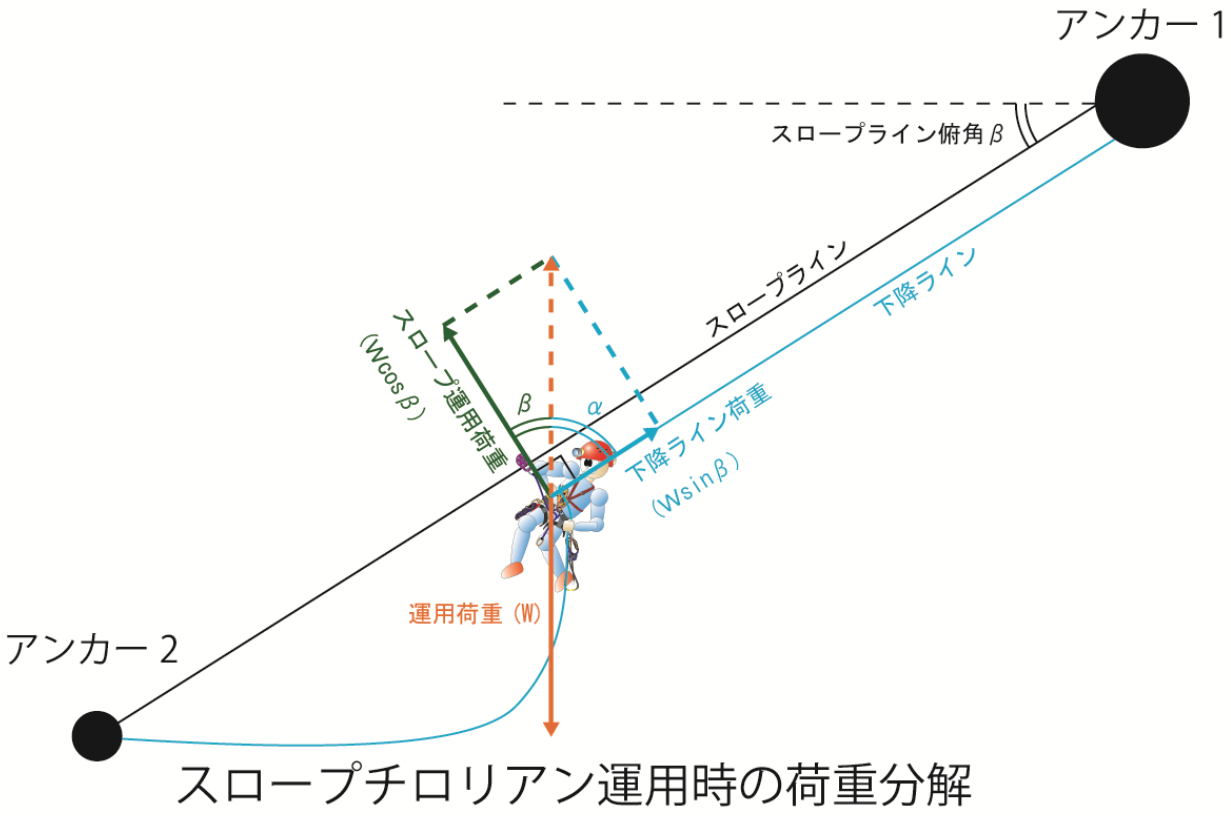
下降ラインは一般的な SRT リギングに従って結束する。

下降ラインの下方末端にはボトムアンカーを設けて結束しておく。

これを忘れると登高の際、下降ラインはアンカー1 から鉛直に垂れさがり、場合によっては回収できなくなることがある。

チロリアンブリッジと同じくスロープチロリアン構築時には各々の支点に生じる力を簡易に

計算し、ブーストによる仮荷重テストを課さなくてはならない。
計算を簡易にするため、荷重の見積もり方法を 2 段階に分ける。
1. スロープラインの俯角βと運用荷重Wからスロープ運用荷重と下降ライン荷重を求める。



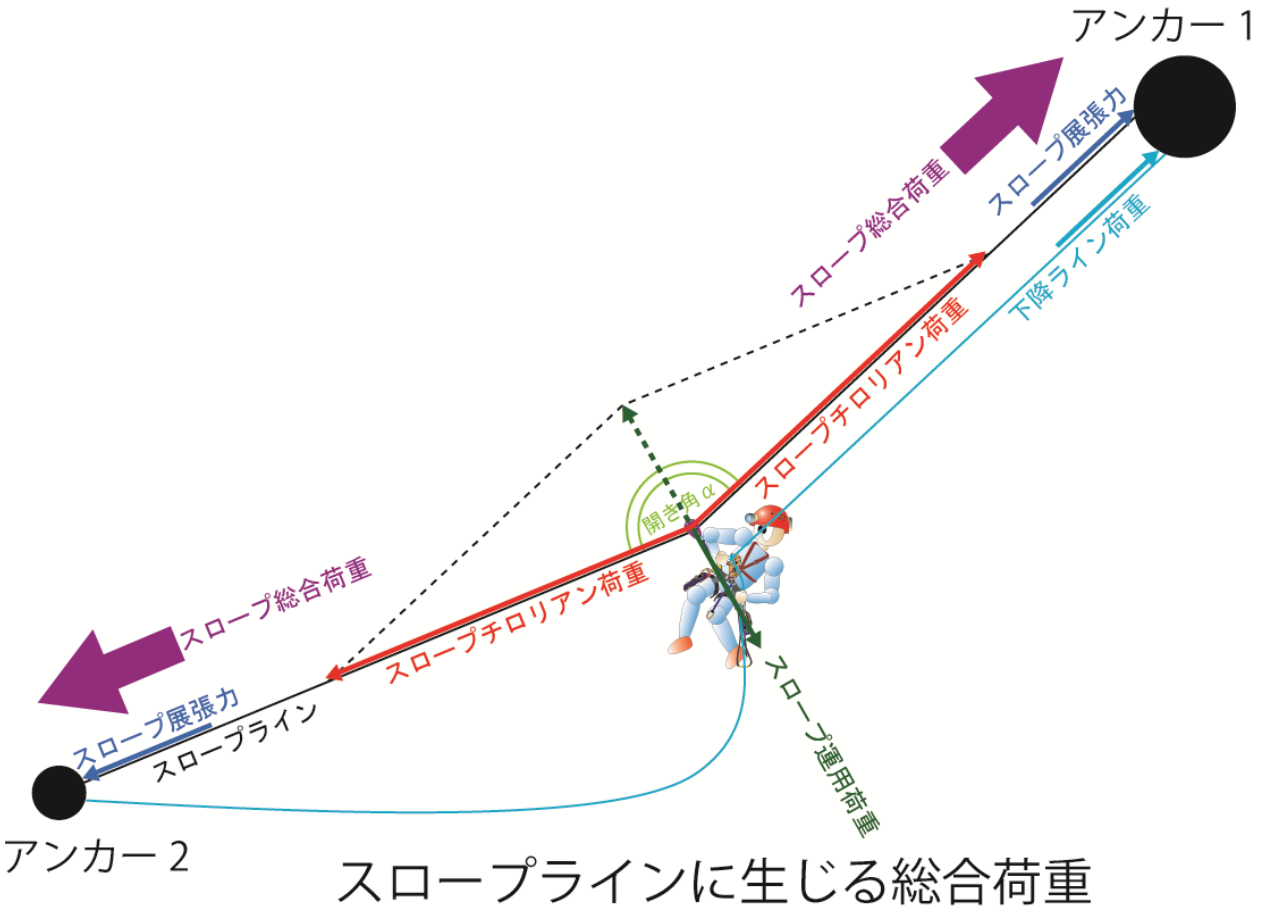
スロープチロリアン運用時の荷重分解

計算を簡易化するために**スロープライン**はアンカー1 とアンカー2 を結んだ直線とし、ロープの伸びによる**スロープライン**の屈折は無視する。
この場合、運用荷重は**スロープライン**に生じるスロープ運用荷重と、下降ラインに生じる下降ライン荷重に分解される。
また、スロープ運用荷重は常に**スロープライン**に直交する方向に生じると考える。
次に、下降ライン荷重方向と鉛直のなす角をα、スロープ運用荷重方向と鉛直がなす角をβとする。
スロープ運用荷重が**スロープライン**に直交することから、スロープ運用荷重方向と鉛直がなす角βは**スロープライン**の俯角βと等しくなる。
これらのことから、**スロープライン**の俯角βが決まると、運用荷重は以下の通りスロープ運用荷重と下降ライン荷重に分解できる。
スロープ運用荷重＝運用荷重×cosβ
下降ライン荷重＝運用荷重×sinβ
運用荷重を 1 とすると、分解された荷重の大きさは以下の表の比率となる。

α	β（スロープラインの俯角）	下降ライン荷重	スロープ運用荷重
0	90	1	0
10	80	0.984807753	0.173648178
20	70	0.939692621	0.342020143
30	60	0.866025404	0.5
40	50	0.766044443	0.64278761
45	45	0.707106781	0.707106781
50	40	0.64278761	0.766044443
60	30	0.5	0.866025404
70	20	0.342020143	0.939692621
80	10	0.173648178	0.984807753
90	0	0	1
スロープ運用荷重方向は常にスロープラインに直交する			

上表で得られた比率に実際の運用荷重（kgf）をかけ合わせると、下降ライン荷重とスロープ運用荷重がそれぞれ求められる。

2. スロープ運用荷重とスロープ展張力からスロープ総合荷重を求める。



ここでは**スロープライン**をチロリアンブリッジと考え、スロープラインの開き角とスロープチロリアン荷重を考慮する。

チロリアンブリッジと同様に、スロープラインの開き角およびスロープチロリアン荷重は、スロープ運用荷重とスロープ展張力によっておのずと決定され、スロープラインの開き角やスロープチロリアン荷重を任意の値にすることはできない。

そして、スロープ運用荷重とスロープ展張力が決まると、スロープ総合荷重が求められる。

次に代表的な条件での経験値を示す。
荷重の見積もりに際しては最も近い条件での値を近似値として用いる。

展張力（kgf）	運用荷重（kgf）	開き角(°)		チロリアン荷重（kgf）		総合荷重（kgf）	
		最小	最大	最小	最大	最小	最大
73	50	151	156	100	120	173	193
180	50	161	168	151	239	331	419
250	50	167	168	221	239	471	489
20	75	131	131	90	90	110	110
73	90	146	151	154	180	227	253
180	90	156	161	216	273	396	453
250	90	162	166	288	369	538	619
73	162	140	141	237	243	310	316
180	162	149	155	303	374	483	554
250	162	153	159	347	444	597	694

下降ラインの支点をアンカー1 に取得するのであれば、アンカー1 にはスロープ総合荷重に下降ライン荷重を加えた荷重を見積もること。
そして、ロープ残存強度とアンカーシステムがスロープ総合荷重と下降ライン荷重を余裕を持って上回らなければならない。

例題）体重 80kg の SRT ユーザーが俯角 60° のスロープチロリアンを運用する場合、
アンカー1 に生じる荷重を求めよ。
下降ラインの支点はアンカー1 とし、スロープラインの展張力は 160kgf とする。

解答）まず俯角と運用荷重から、スロープ運用荷重と下降ライン荷重を求める。

スロープ運用荷重＝運用荷重（80kg）×cos60（0.5）＝40kg

下降ライン荷重＝運用荷重（80kg）×sin60（0.866）＝69.3kg

次にスロープ運用荷重（61.6kg）とスロープ展張力（180kg）からスロープ総合荷重を見積もる。

展張力（kgf）	運用荷重（kgf）	開き角(°)		チロリアン荷重(kgf)		総合荷重(kgf)	
		最小	最大	最小	最大	最小	最大
73	50	151	156	100	120	173	193
180	50	161	168	151	239	331	419
250	50	167	168	221	239	471	489
20	75	131	131	90	90	110	110
73	90	146	151	154	180	227	253
180	90	156	161	216	273	396	453
250	90	162	166	288	369	538	619
73	162	140	141	237	243	310	316
180	162	149	155	303	374	483	554
250	162	153	159	347	444	597	694

上表から、スロープ展張力（180kg）とスロープ運用荷重（50kg）を近似値として選択し、スロープ総合荷重は419kgf。

これに下降ライン荷重（69.3kg）を加えて、419kg+69.3kg＝488.3kg

アンカー1には最大488.3kgfの荷重が生じる。

９.チロリアンブリッジを利用したホーリング

要救助者を水平方向に移動させる場合にはチロリアンブリッジを利用してホーリングを行う。チロリアンブリッジの運用については、7 章チロリアンブリッジの構築要件に従って構築・運用を行う。

9-1 チロリアンブリッジ上の水平搬送

チロリアンブリッジ上で要救助者を搬送する場合、要救助者をロープ上で移動させやすいように、プーリーを用いてチロリアンブリッジ上に接続する。

そして、チロリアンブリッジとは別に引き上げ側にはホーリングラインを、送り出し側にはブレーキラインを配置し、それぞれ支点にホーリング（ロワーリング）システムを構築して制動する。

可能であれば、ホーリングラインとブレーキラインは一本のロープで構築することが望ましい。

ホーリングラインとブレーキラインを別ロープで構築する際にはライン同士を結束しておく。そうすることで、チロリアンブリッジが破断した際のバックアップラインとなる。

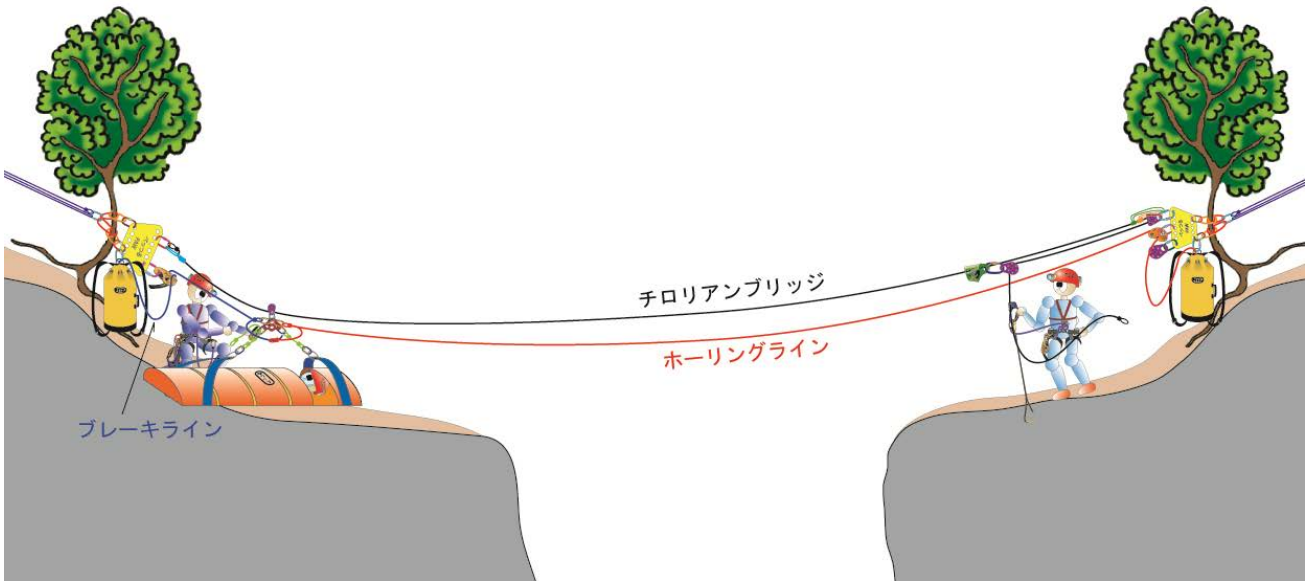
もし、チロリアンブリッジ上で移動方向の変更する際には、ホーリングラインとブレーキラインのシステムを変更して対応する。

構築の順序は以下のとおり。

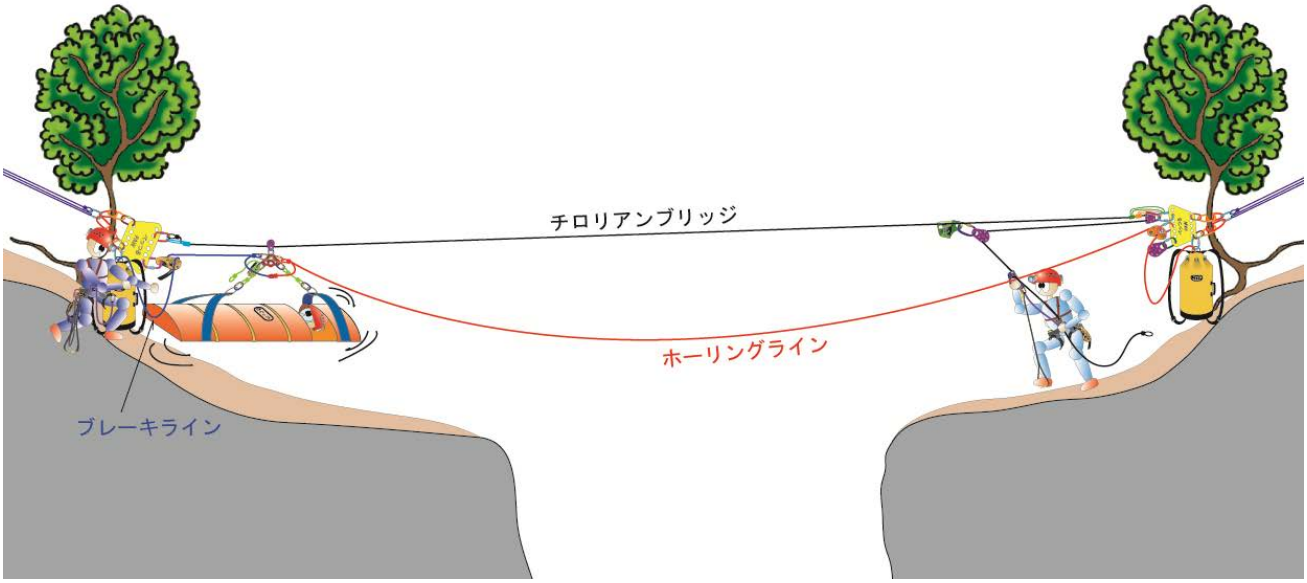
①要救助者を、ストレッチャーやレスキューハーネスを使って、搬送可能状態にする。

②ホーリングライン・ブレーキライン・チロリアンブリッジ用ラインの配置・組み立て。
（チロリアンブリッジはまだ展張しない）

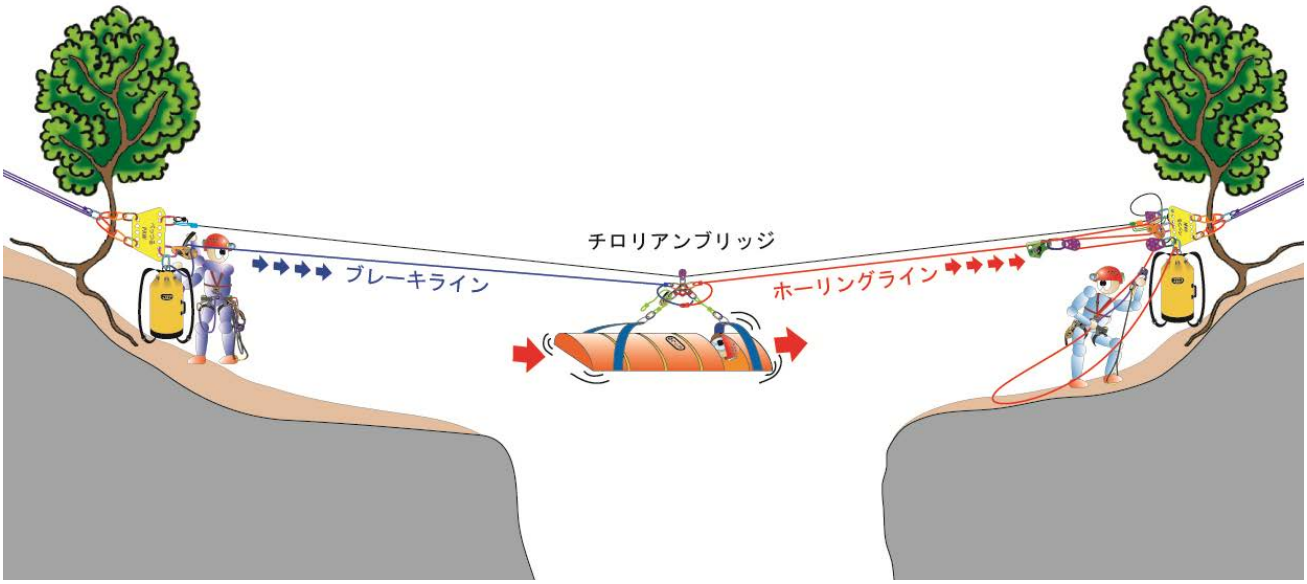
③要救助者にホーリングライン・ブレーキライン・チロリアンブリッジ用ラインを接続する。



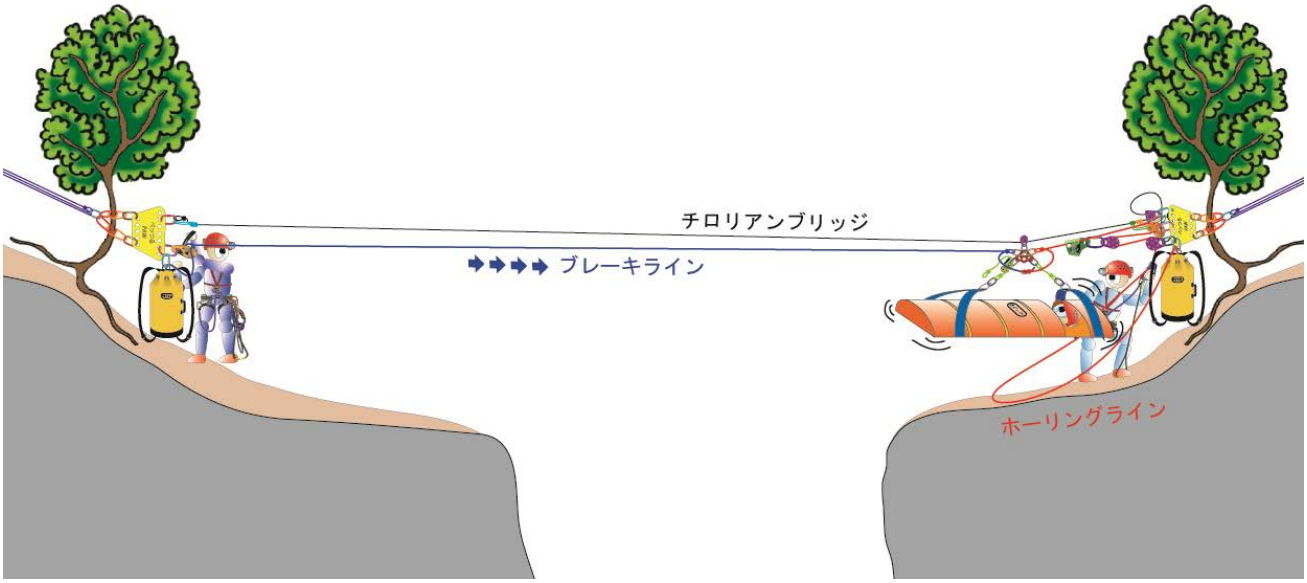
④最後にチロリアンブリッジを展張して、要救助者を離陸させる。



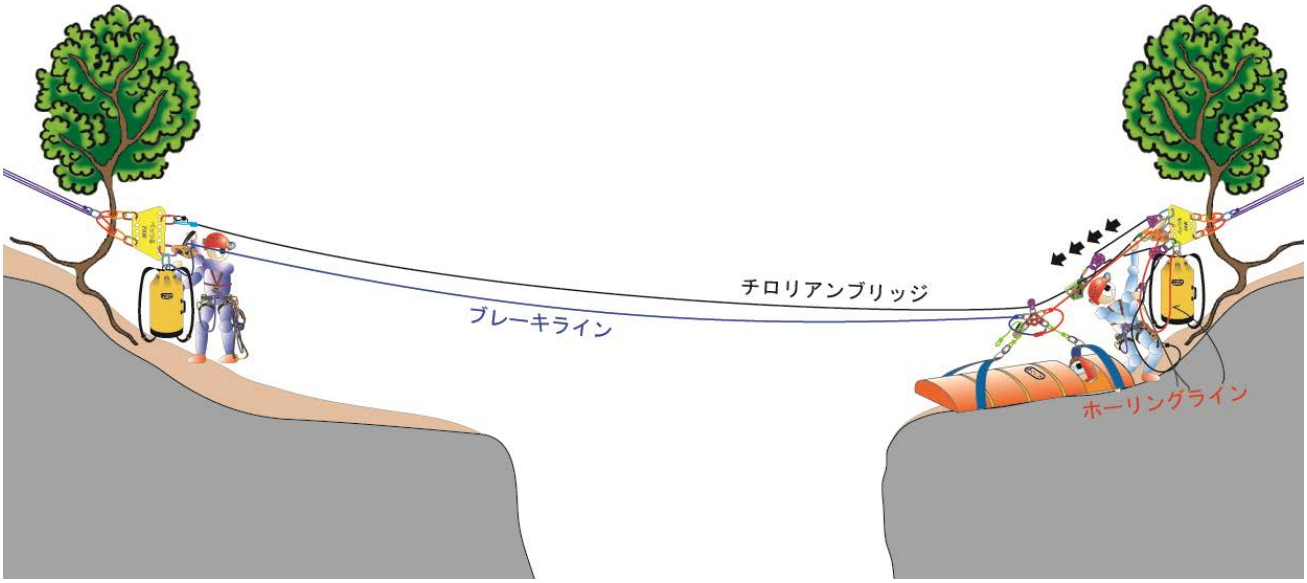
⑤水平移動開始。ホーリングライン・ブレーキラインとも、過度の張力や弛みが生じないようにロープの繰り出し量を調節する。



⑥要救助者を搬送終了地点まで移動させる。



⑦チロリアンブリッジの展張を緩めて要救助者を着陸させる。



9-2 スロープチロリアン上でのスロープに沿った搬送

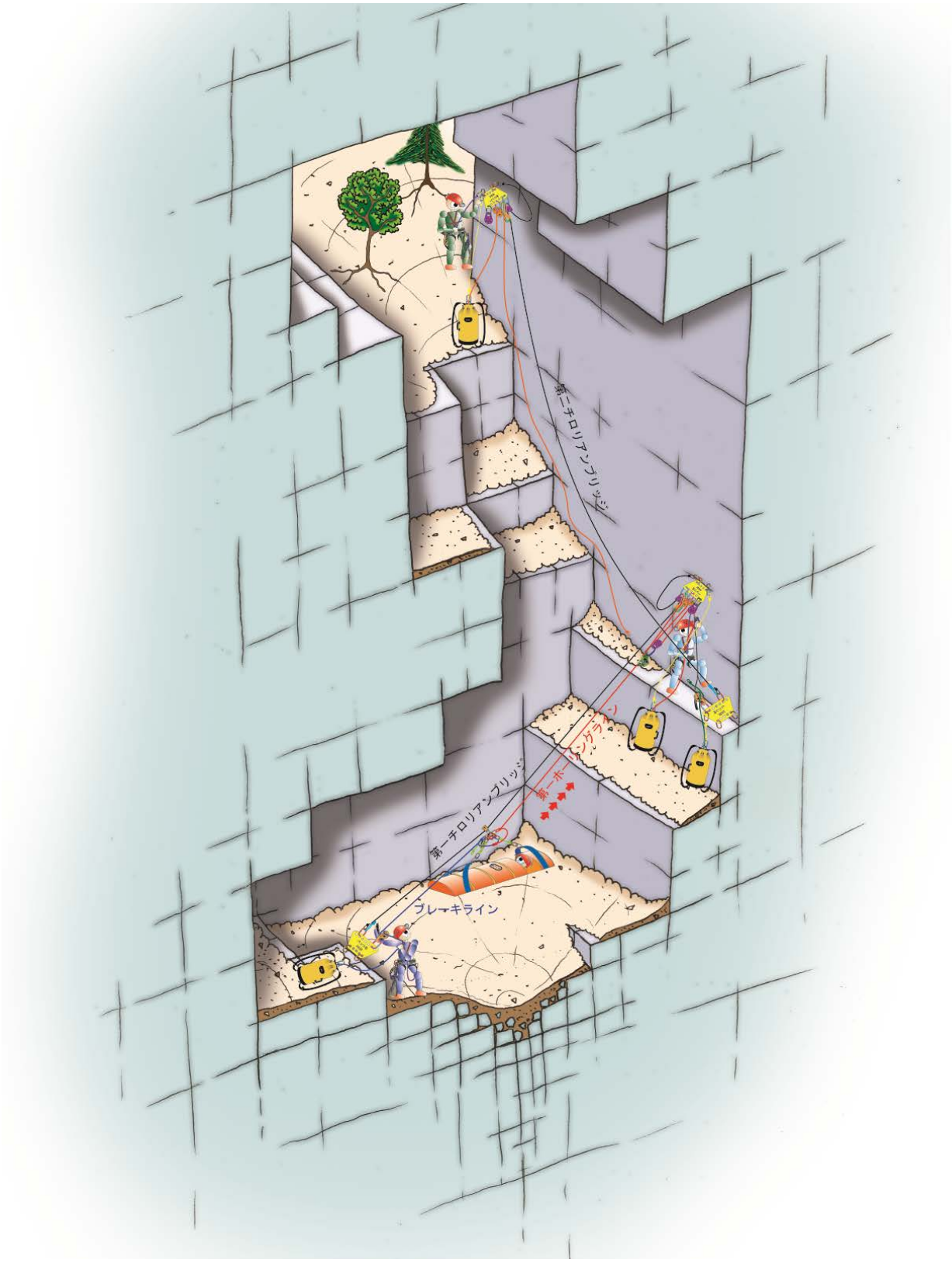
基本的にはチロリアンブリッジ上の水平搬送と同じ。

9-3 複数ラインのチロリアンブリッジの載せ替え

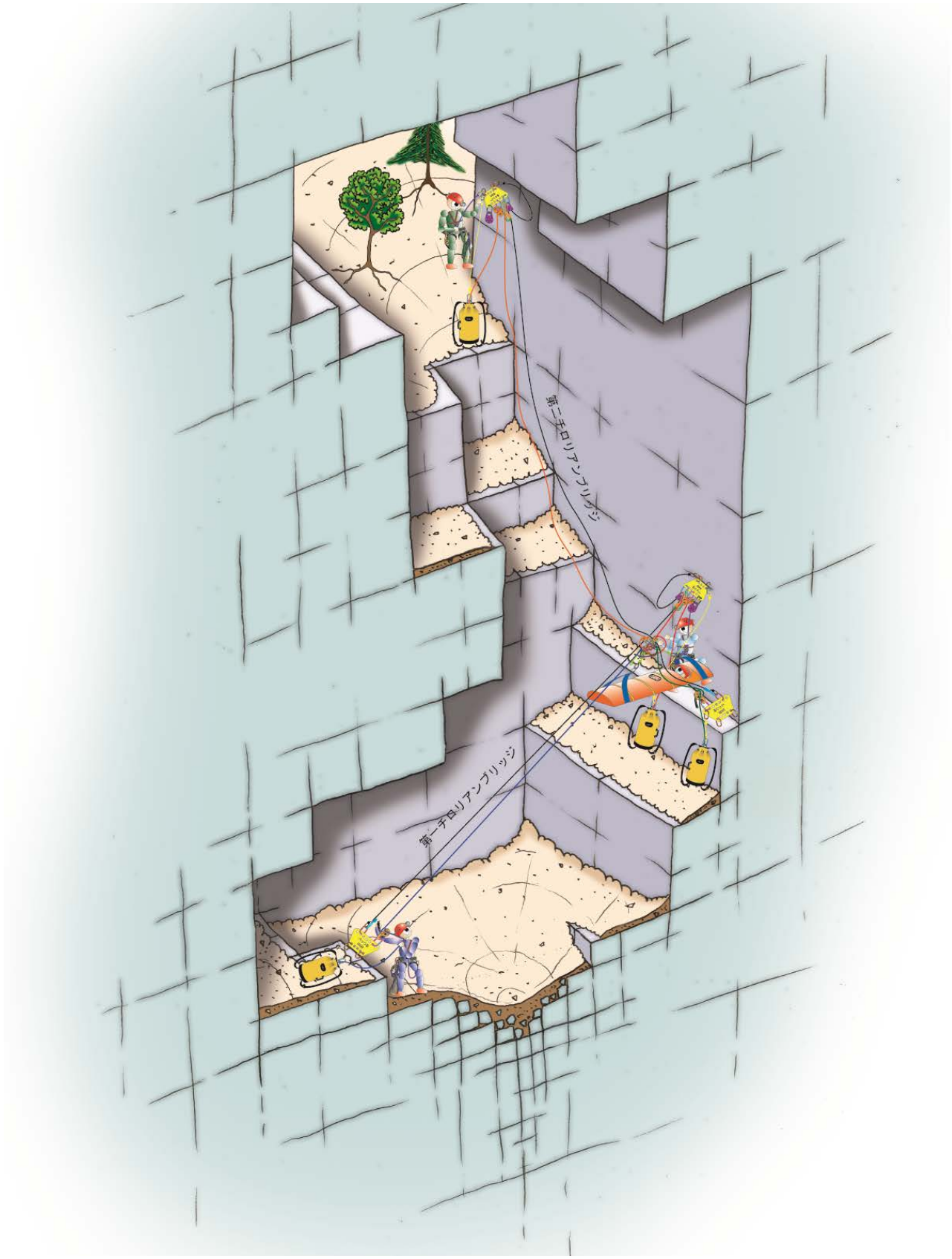
要救助者を次のチロリアンブリッジに載せ替える場合は、下記の手順で行う。

①要救助者を第一チロリアンブリッジでホーリングする。

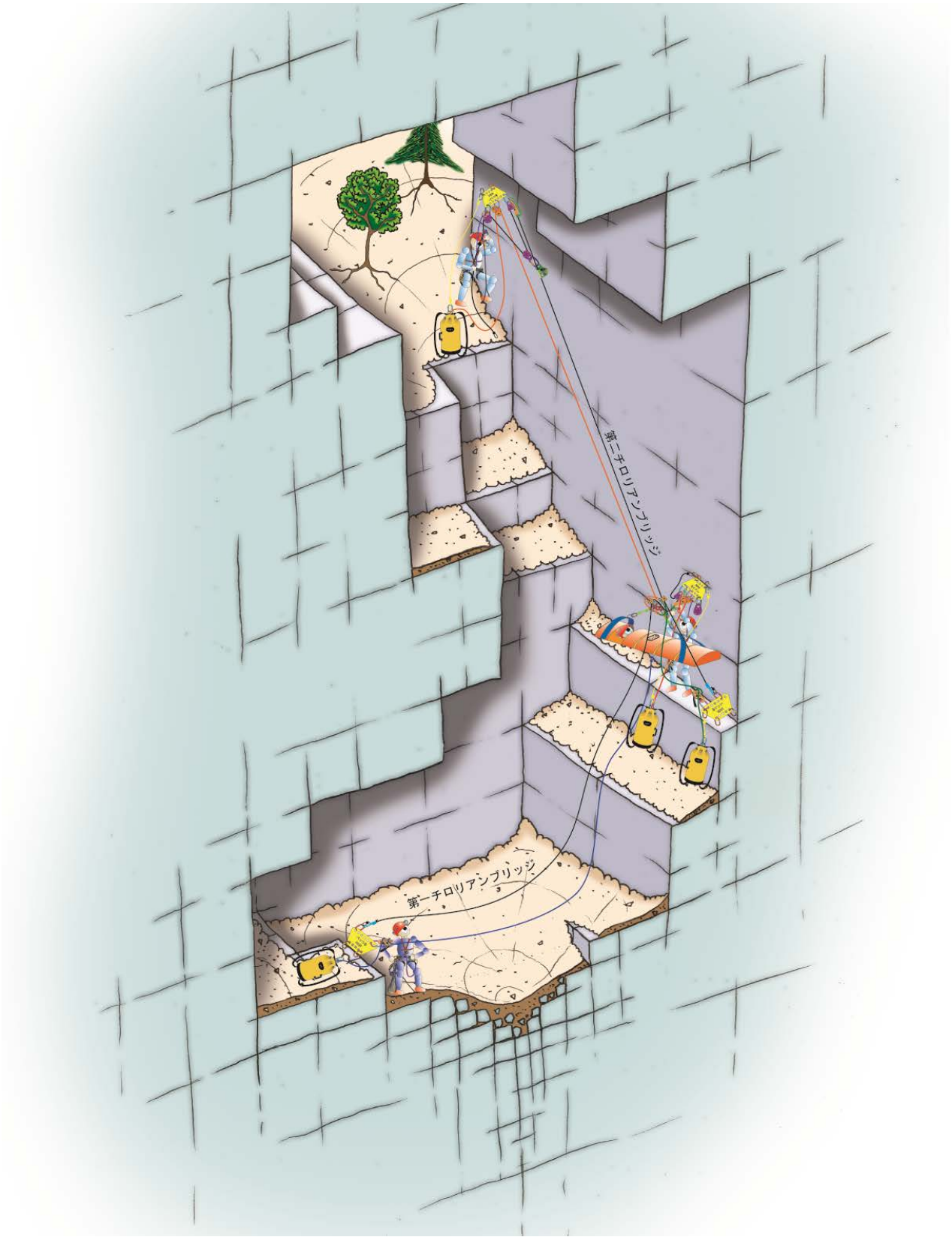
第二チロリアンブリッジはまだ展張しない。



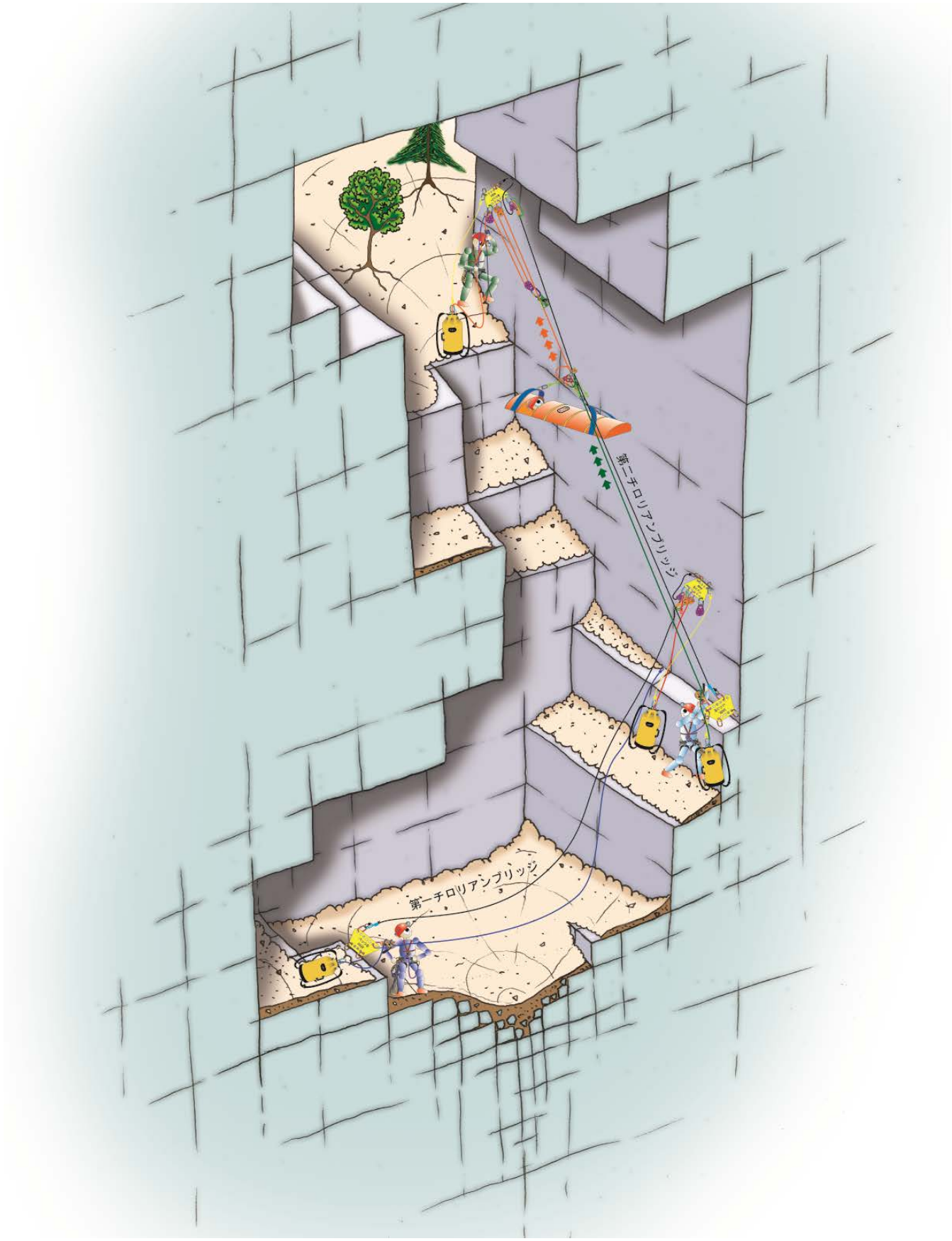
②チロリアンブリッジの載せ替えまでポイントまでホーリングしたら、
第一ホーリングラインをロックして、第二チロリアンブリッジに接続する。



③第二チロリアンブリッジを展張し、第一チロリアンブリッジを解除する。



④第一チロリアンブリッジを取り外し、第二チロリアンブリッジでホーリングを開始する。



9-4 垂直方向のホーリング・ロワーリングと、水平方向の搬送の組み合わせ

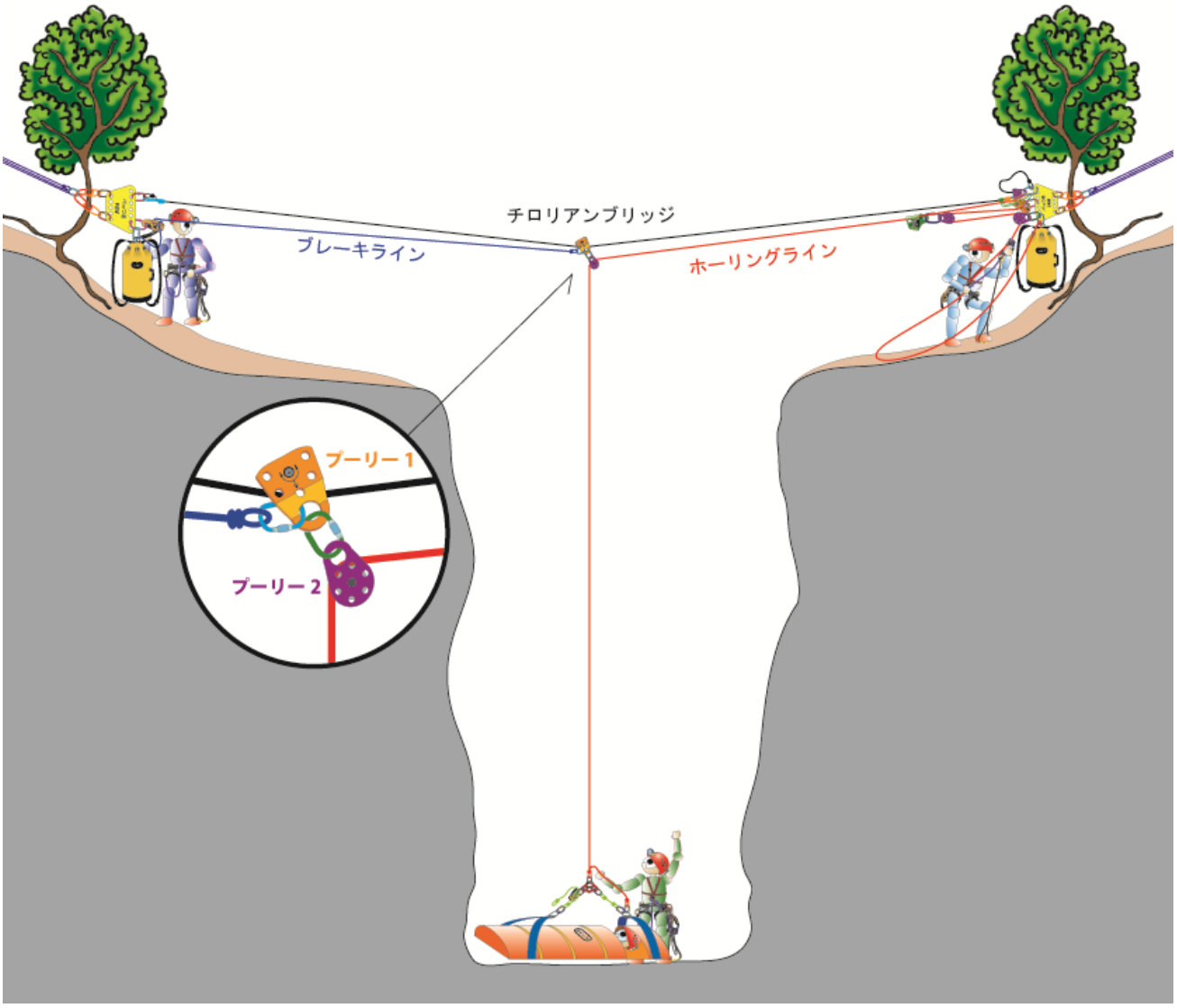
・モバイルプーリーシステム

①2 台のプーリーをカラビナで接続し、プーリー1 をチロリアンブリッジに接続する。

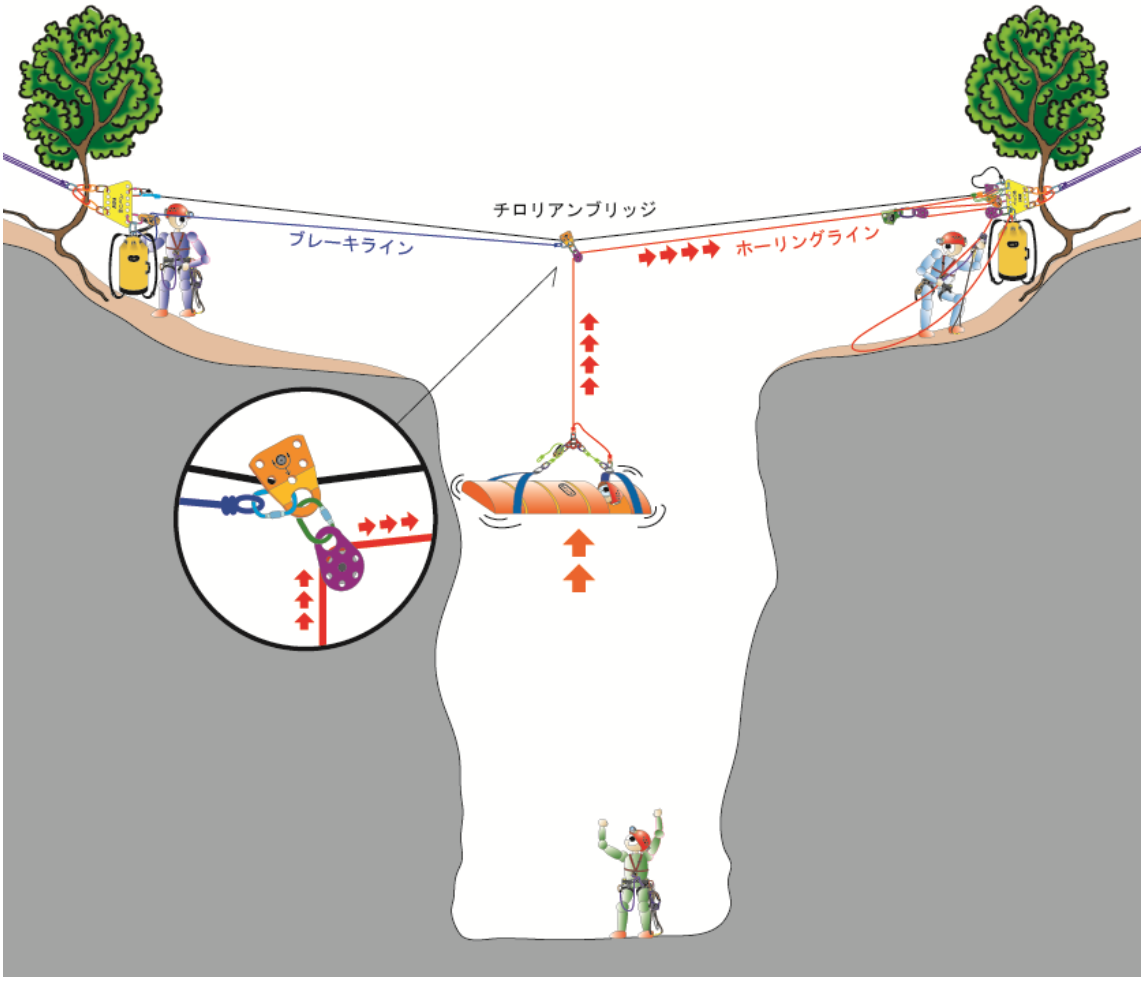
②ホーリングラインをプーリー2 に通して要救助者に接続する。

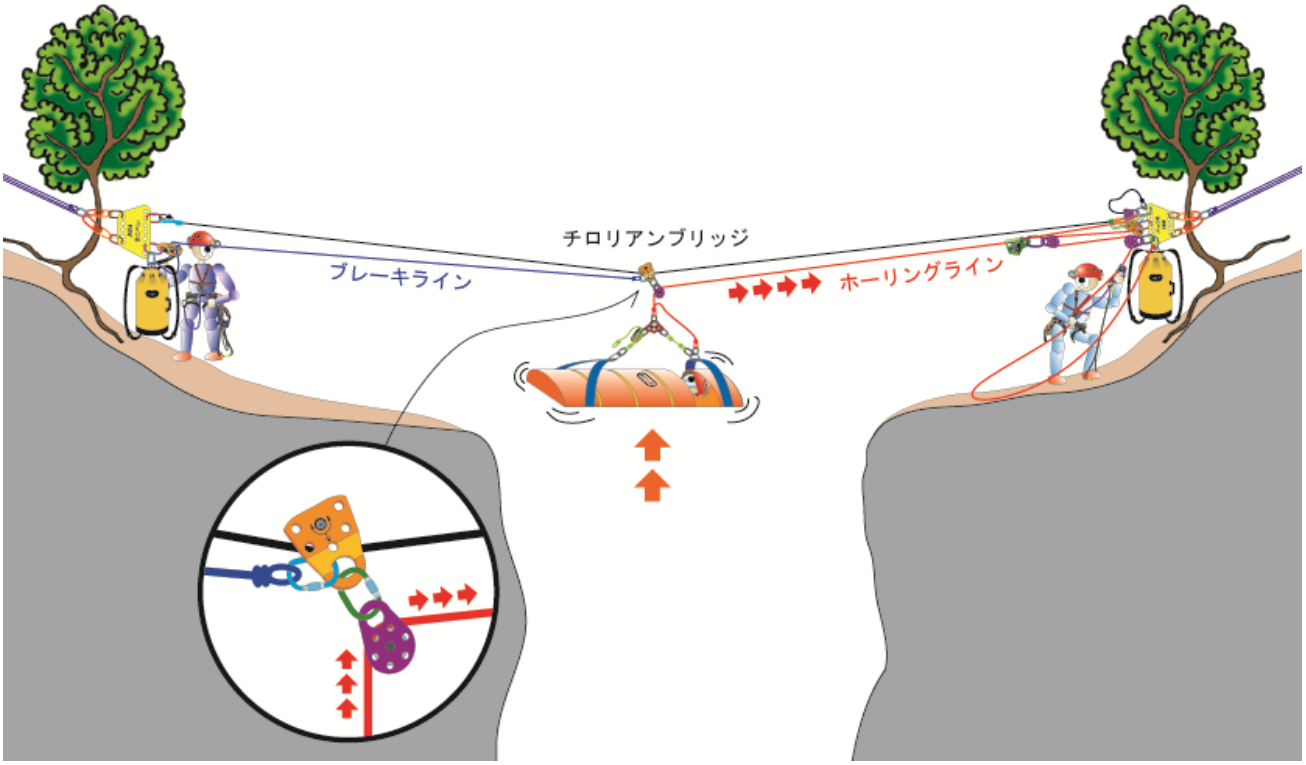
③ブレーキラインをプーリー2 に接続する。

④ホーリングラインが垂直になる位置にプーリー1・2 が来るように、ブレーキラインの長さを調整する。

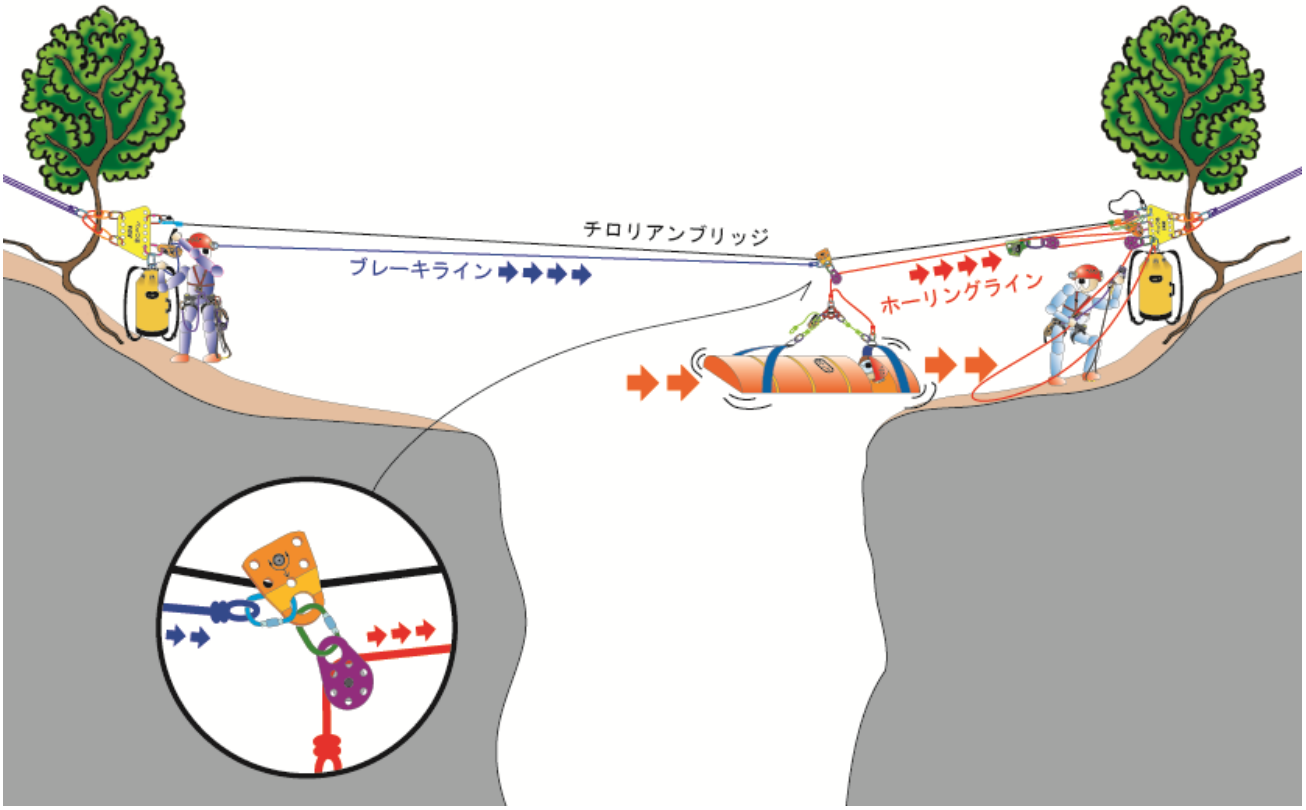


⑤ホーリングを行う。

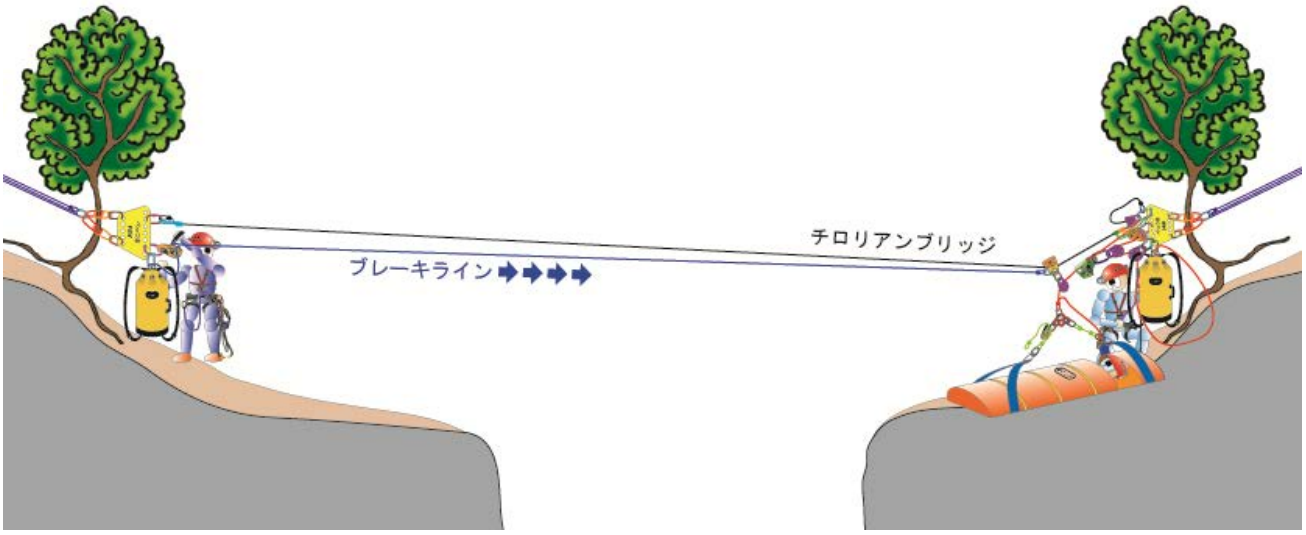




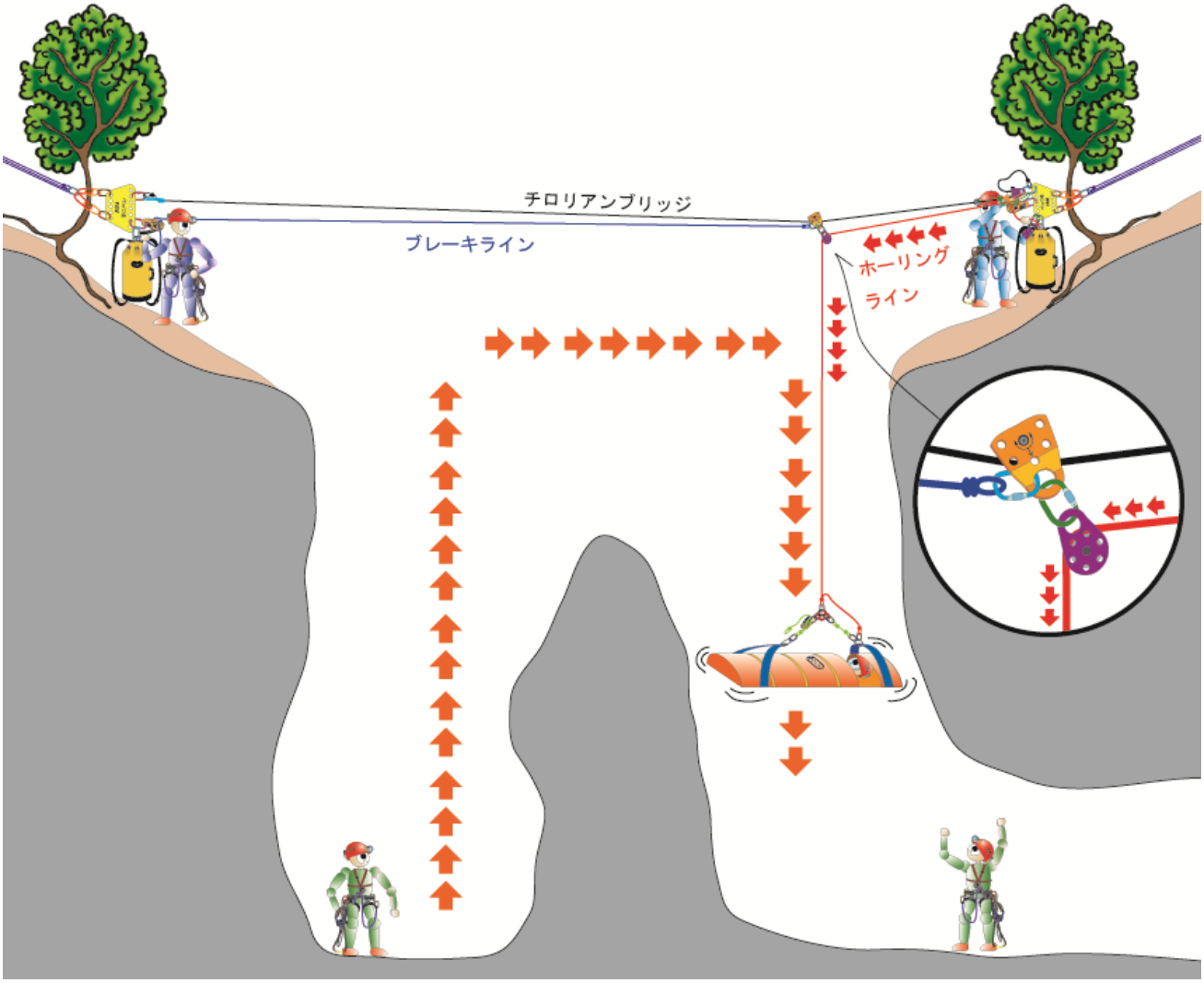
⑥水平搬送を始めるには、ホーリングラインのホーリング（ロワーリング）と
ブレーキラインのロワーリング（ホーリング）を同調させて行う。



⑦搬送終了。



⑧もし水平搬送後、再度ロワーリングするならば、ブレーキラインを固定して
ホーリングラインをロワーリングする。



・モバイルラージＶシステム

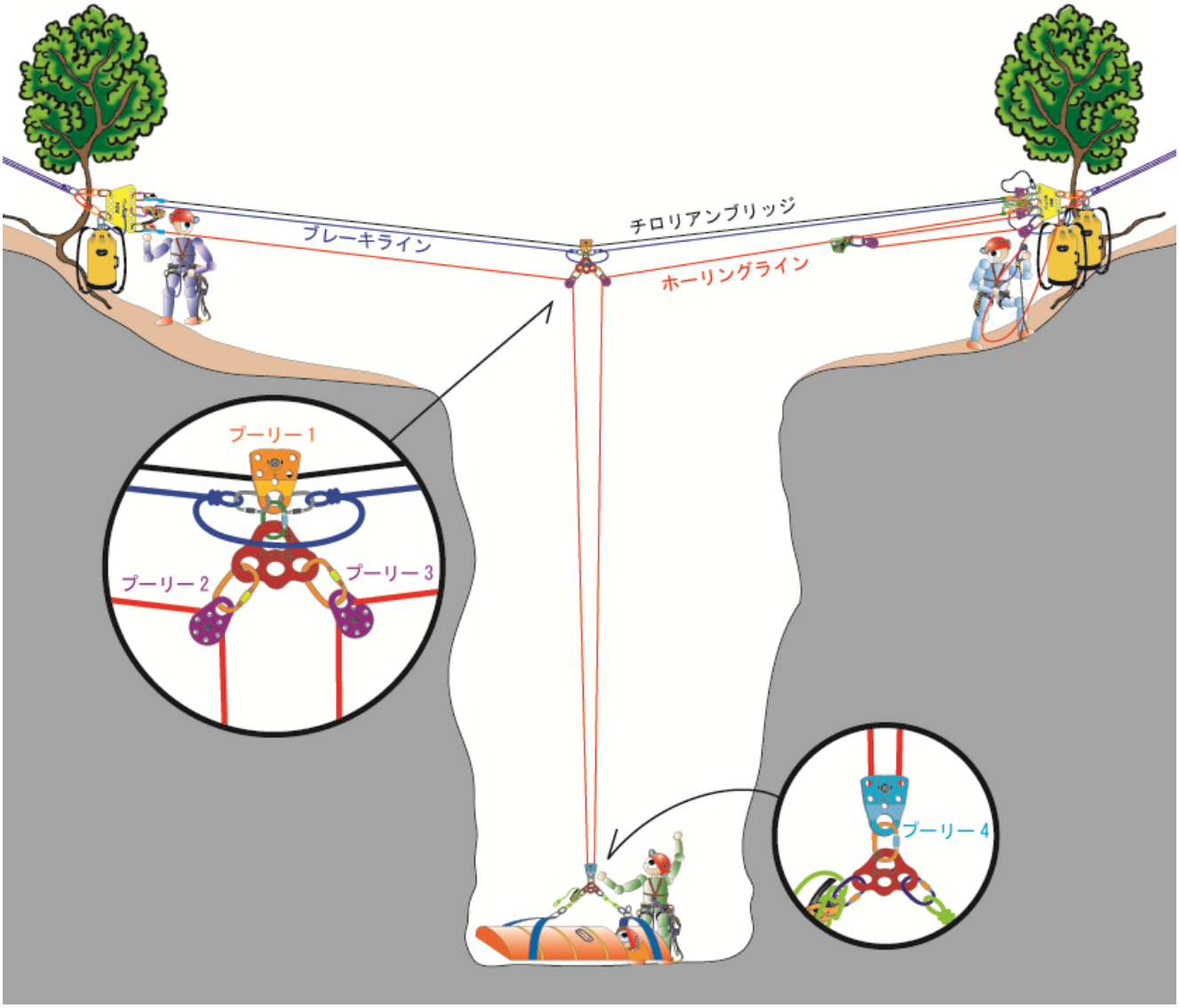
①リギングプレートに3台のプーリー1・2・3を接続し、プーリー1をチロリアンブリッジに接続する。

②要救助者にプーリー4 を接続する。

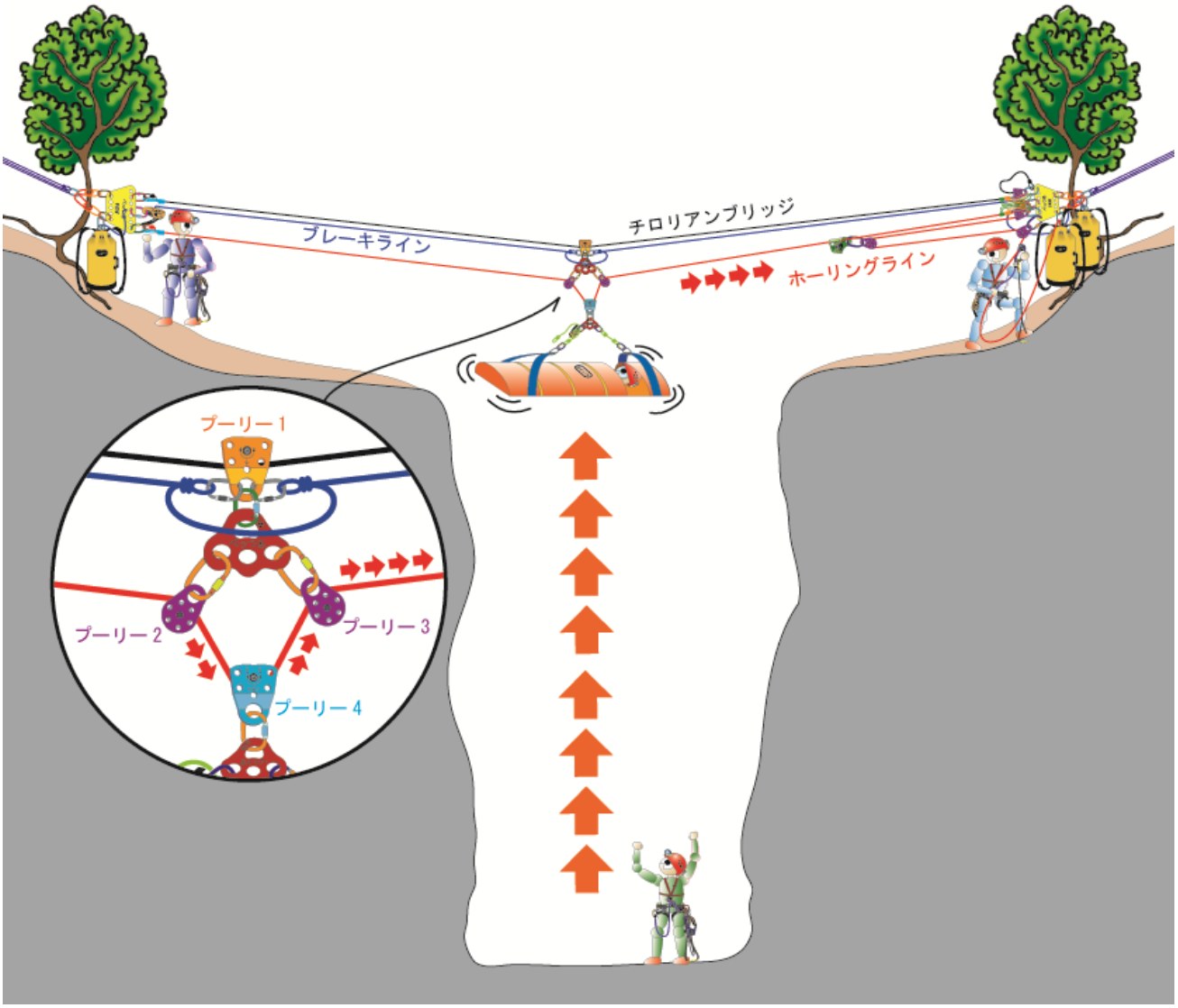
③プーリー2・3・4を通してホーリングラインを設置する。

④ブレーキラインをプーリー1に接続する。

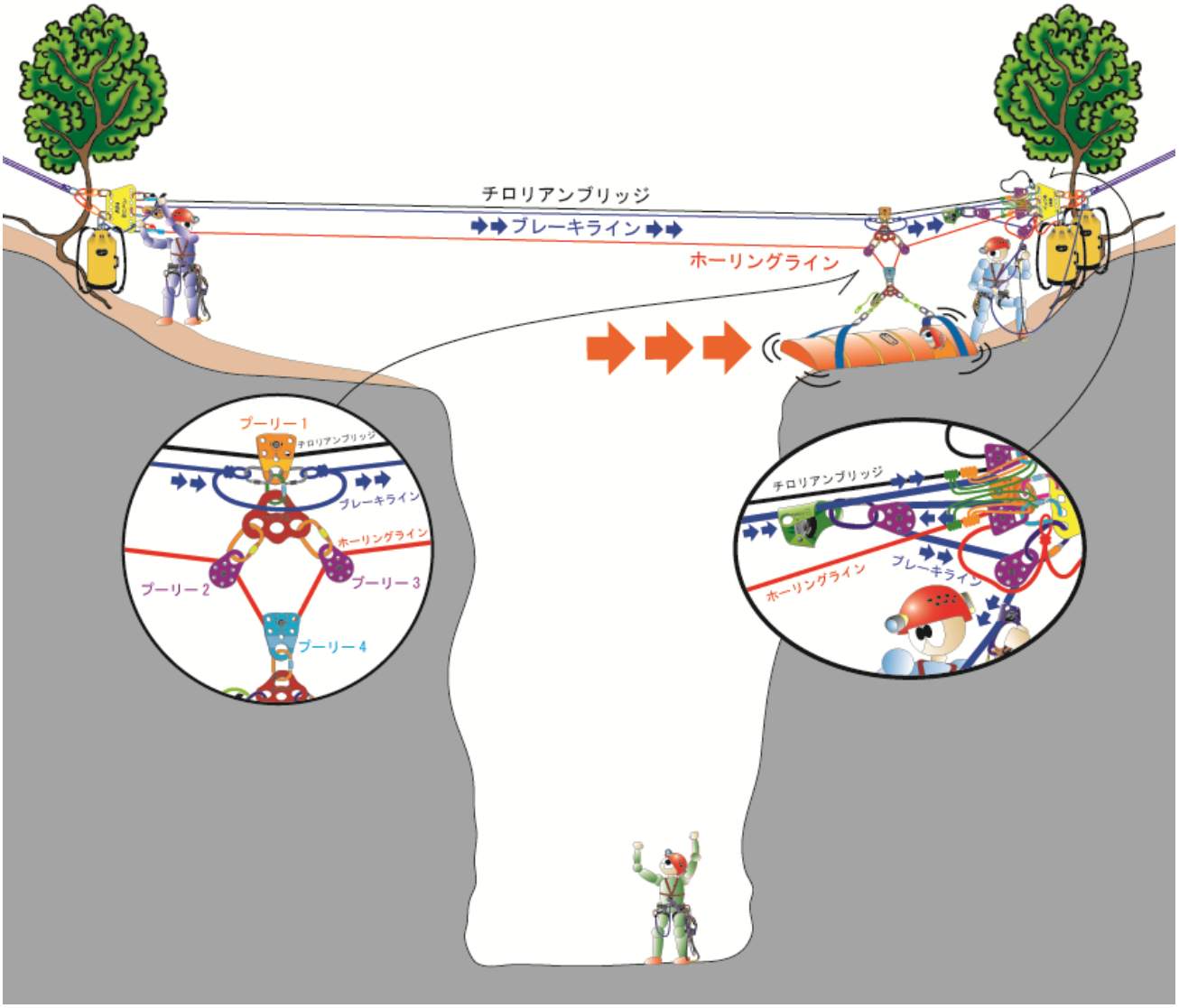
⑤垂直のホーリングポイントにモバイルプーリーが来るように、ブレーキラインの長さを調整する。



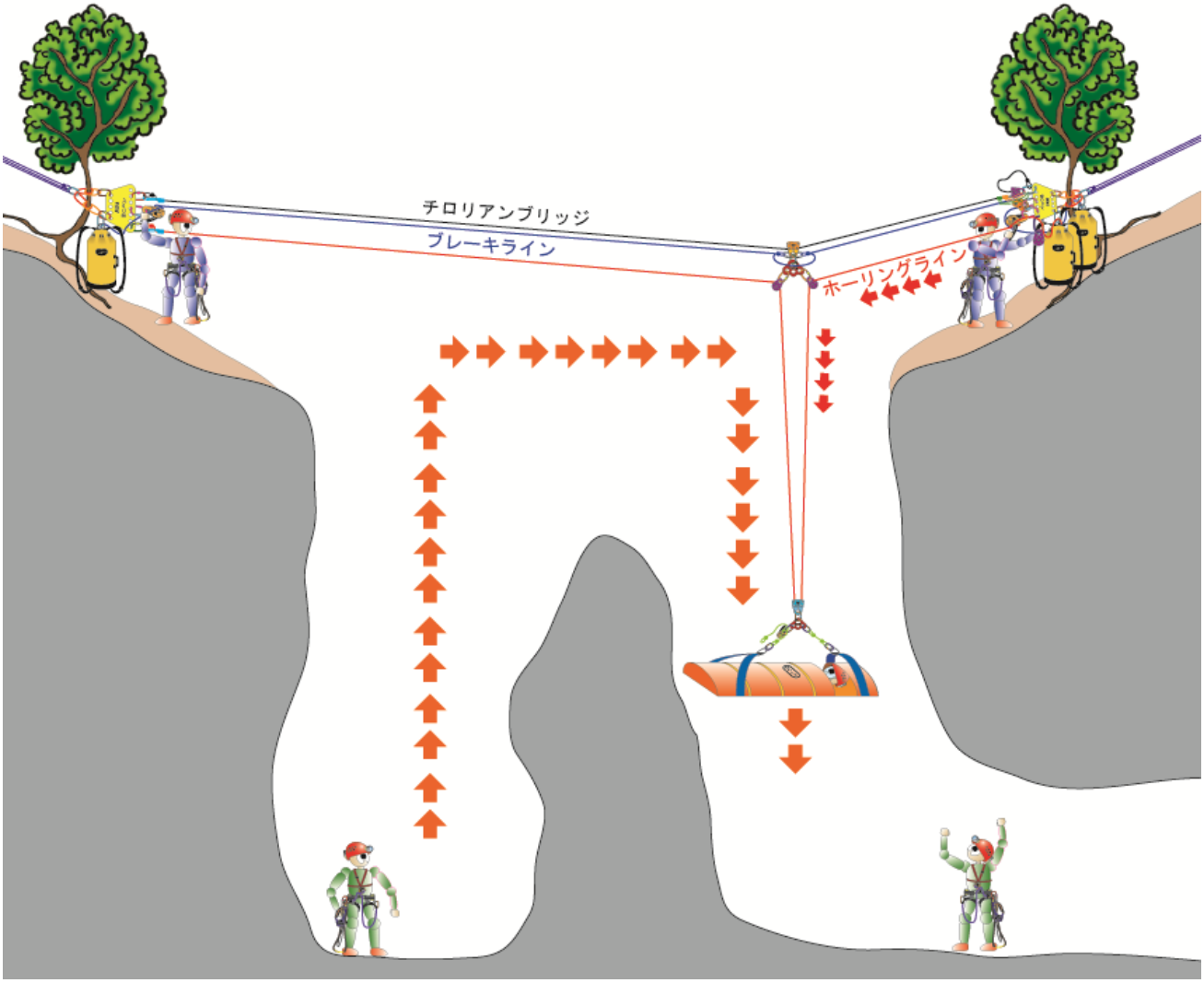
⑥ホーリングを行う。



⑦要救助者をチロリアンブリッジまでホーリングできたら、ホーリングラインを固定する。
⑧水平搬送を始めるには、双方のブレーキラインのホーリングとロワーリングを同調させて行う。



⑨もし水平搬送後、再度ロワーリングするならば、ブレーキラインを固定してホーリングラインをロワーリングする。



10. 用語集

用語	意味	代表的な製品名	対義語
あ			
I' DS	PETZL製のシングルボビンタイプの下降器。 ワークソリューション用に、誤動作防止やパニック防止などの安全装置が付いている。 緊急脱出時には難あり。	I' DS	
アシンメトリックステップ	フロッグウォークシステムの登り方の一つ。 フットアッセンダーで立ち込んでいる間にハンドアッセンダーを上げる、左右非対称動作の登り方。		
アタッチメントポイント	シットハーネスに登高器・下降器・カウズテイルなどを取り付ける点のこと。		
アッセンダー	登高器の総称。 カムでロープに食いつく。 用途に合わせて数種類の形がある。	アセンション クロール ベーシック パンタン	ディッセンダー
アップワードプル	ホーリングやチロリアンブリッジ展張時にロープを引くプルスタイルの一種。 最も効率が悪い。		
アブソーバー	墜落エネルギーを緩衝するためのランヤード。 墜落時の衝撃で縫製が破れていくことでエネルギーを吸収する。 SRTにおいてはエイドクライミングの際に使用する。	アブソービカ	
あぶみ	エイダー参照。		
アンカー	①ロープを結束する支点の総称。 木や岩など、もとからそこにあったものの場合は「ナチュラルアンカー」と呼び、 岩石に削孔して定着させたものを「人工アンカー」と呼ぶ。		
	②人工アンカーの中で岩石に埋め込む金属筒のこと。	スピット（PETZL）	
アンカーシステム	複数点の支点をつなぎ合わせる方法の呼び名。 荷重を分散させる「シェアードアンカーシステム」と、 一方が脱落した場合に他方が補完する「バックアップアンカーシステム」がある。		
安全帯用クランプ	鋼橋の鋼材を挟んで支点を取得するための器具。 スリング類を巻き付ける点のないH鋼などに用いる。		
アルパインバタフライ	ロープ中間で結束するノットのひとつ。 主にクラシカルYビレイに用いる。		
い			
イーグル	クライミングテクノロジー製の非ロック型ボビン系ディッセンダー。 22kNの強度を持つ。 シングル、ダブルとも使用できる。 チロリアンブリッジの固定支点に用い、解除可能支点とする。		
イタリアンヒッチ	ロープを制動することのできるノット。 ピッチ途中で下降器を失くした際の緊急脱出、もしくはレスキューが発生して、固定の制動可能支点が多数必要になり下降器が足りない時などに用いる。 インクノットに似ているので間違えないように注意する。 半マストノット、ハーフクロブヒッチともいう。		
イタリアンフットループシステム	マオシステム参照		
インクノット	ロープの使い始めでブーリンとあわせてナチュラルアンカーへの結束に使用したり、 またロープ中間ではカラビナを介して仮固定ノットとして多用する。 クロブヒッチ、マストノット、とっくり結びともいう。		
インライン型	下降器の様式のひとつ。 ロープが下降器内部で平面上を移動するタイプをさす。 ロープがよじれないのが特徴。	シンプル ストップ ラック リグ グリグリ スパロウ ID	ベントフリクション型
う			
ウェビング類	繊維製のSRT装備のこと。 ロープやハーネス、テープやスリング類をさす。		
ウォーターノット	テープを結び合わせるのに使用するノット。 ノットが引っかかったまま荷重すると解ける危険がある。 ノットの位置とエンドの処理に注意が必要。		
運用荷重	チロリアンブリッジを運用する人・物の重量。		

え			
エイダー	あぶみのこと。 5～6個の足を入れるためのループが階段状に配置されたスリング。 エイドクライミングやボルトトラバース時に用いる。 テープ製と金属プレート製がある。		
エイト環	ベントフリクション型の下降・確保器。 ロープにキンクが生じるため、SRTでは使用しない。 クライミングで伝統的に使用する。		
エイトノット	八の字結び。最も基本的な結び目。 これを応用した結び目が多数ある。		
エイドクライミング	手がかりのない垂壁や針葉樹などで、人工アンカーを連打したりスリングを巻き付けたりして、アブミを架け替えつつ登はんする方法。		
ASフレキシブルハンガー	クライミングテクノロジー製の全方位ハンガー。 ダイニーマコードが併用されており、アンカー部分ではカラビナなしでロープに接続できる。	ASフレキシブルハンガー	
SRT	シングルロープテクニックの略。 竪穴洞窟の探検の際、装備を軽量化するために開発された、ロープ一本で昇降する技術。 シングルロープテクニックを産業用に応用したものがロープアクセス技術。		
SDSシャンク	ハンマードリルとドリルビットの接続部分の規格の一種。 最もポピュラーな規格で汎用性が高い。		
エッジ	岩角など、ロープが擦過してロープにダメージを与えうる硬質の角部をさす。 木の幹など軟質で、擦過してもロープにダメージがないものは含まない。		
HMS型	カラビナ本体の形状の一つ。 洋ナシ型の大型カラビナ。 ダブルでのATC使用やイタリアンヒッチなど、カラビナを複数のロープが出入りする場面で有利。		
ATC	下降確保器。 カラビナと併用して使用する。 オートロック機能はない。 ダブルで使用できるので、下降撤収の際に便利。		
エンド	末端のこと。 ロープエンド→ロープの末端		
お			
オートストップ機能	下降器使用中に両手を離した場合に自動的にロープ上で停止する機能のこと。		
オートロック	カラビナの安全環の一種。 安全環がバネ式になっていて、回転させて安全環を開くが、 手を離すと自動的に環がロック状態に戻る。		
オーバーハンドノット	最も単純なノット。 自作ランヤードの製作などに使用。		
オーバル型	カラビナ本体の形状の一種。 左右対称な楕円形のカラビナをさす。 フィックス型プーリーやアッセンダーのトップホールに接続の際に多用する。	OK OWALL ピラーエポ	
オープンスリング	輪になっていない、テープやコードなどの紐類のこと。		
オムニ	PETZL製デミロンド型（半円形）カラビナの製品名。		
オンロープ	SRTを使用してロープを登高・下降している状態のこと。		
オンローププロテクター	ピッチの中間でプロテクターの支点がない場合に使用するプロテクターテクニックの一つ。		
オンロープレスキュー	SRTを使用するロープユーザーがロープ上で行動不能になった場合の、ロープ上で行う救助行為のこと。		
か			
カウズテイル	SRT使用時には必ず必要な長短2本のランヤード。 それぞれの先端にカラビナが取り付けられており、直接支点に接続したり、アッセンダーにつないだりして自己確保を取る道具。		
カウンターバランス	ホーリングやチロリアンブリッジ展張時にロープを引くプルスタイルの一種。 完全にロープに体重を預けてロープを引くプルスタイル。		
カウンターバランス＋アップワードプル	ホーリングやチロリアンブリッジ展張時にロープを引くプルスタイルの一種。 カウンターバランスを用いつつ荷物側ロープをアップワードで引き上げるプルスタイル。最も効率が良い。		
カウンタープル	ホーリングやチロリアンブリッジ展張時にロープを引くプルスタイルの一種。自分の体重を利用した引き。		

ガースヒッチ	テープスリングやデイジーチェーンなどループ状のスリングを ナチュラルアンカーに結束する際に多用する。 荷重する方のスリングが折り返されると大幅に（60%以上）強度が 失われるので注意する。 スリング同士をつなぐ場合は異素材での接続は行わず、 ガースヒッチではなくスクエアノットにしておく。		
拡張型アンカー	楔でアンカー先端を物理的に拡張させて反力を得る仕組みのアンカー。	スピット（PETZL）	
可変カウズテイル	トラバースラインを構築・通過する際に使用する3本目のランヤード。 ダイナミックロープと下降器を使った長さ調節が可能なランヤード。		
カム	アッセンダーがロープに食いつく仕組みの部分。 中心をずらした円弧状のプレートがロープを押しはさむ仕組み。 スパイクのあるものとないものがある。		
カラビナ	金属製のコネクターの一種。 開閉可能な金属管で、主にアルミか鉄の合金でできている。 本体の形状と安全環の形状がそれぞれ数種類あり、それらの組み合わせ数の種類のカラビナがある。		
仮荷重テスト	リギングの際、支点が体重に耐えうるかどうか、実際に体重をかけてみる実験のこと。 これに合格するまでは、ロープやランヤード等を支点につないではならない。		
環なし	安全環のないカラビナのこと。	OWALL スピリット	
カーンマントル構造	細いよりロープの芯（コア）の束を外皮（シース）で覆った、ロープの2層構造をさす。 SRTでは、アセンションなどスパイク付きアッセンダーを使用するため、 この構造のロープでなくてはならない。		
き			
ギアスリング	携帯ギア携行用の肩かけベルト。 多量のリギング補助を携行する際には便利。		
ギアラック	シットハーネスの周囲に縫いつけられた、携帯ギアの整理用のループ。 数kgの強度しかなく、体重をかけてはならない。		
ギブス	非スパイク系のグラブ系ロープクランプの一種。 アメリカンスタイルのSRTでは主にアッセンダーとして用いる。 カムにはスパイクがなく、ロープへの脱着が煩雑。 スパイク系ロープクランプに比べ、より高荷重までロープを破断させずに運用できる。		
キーロック	カラビナのゲートの一種。 ギアラックから取り外す際に引っかからないように工夫した滑らかな形状のもの	OK OWALL スピリット ピラーエポ	
キンク	ロープのよじれのこと。 エイト環やイタリアンヒッチなど、ベントフリクションで下降するとロープによじれがついて、 大変扱いにくくなる。		
く			
クライミングテクノロジー	イタリアのギアメーカー。 ペッツルに追いつけ追い越せと、上り調子のギアメーカー。 ペッツル製品の模倣にとどまらず、必ず何か＋αの機能を持たせている。		
クラウン	PETZL製ハンガーの一種。 ロープを直接ハンガーに結束するタイプのハンガー。 全方位の荷重が許容される。 現在は廃盤。	クラウン	
クラシカルプーリーシステム	プーリーとカムを組み合わせて組み立てた代表的な3倍ブースト。		
クラシカルYビレイ	独立分散Yビレイの代表的な様式。 片方のアンカーにシングルで結束（ダブルフィギュアエイトノット、もやい結びなど）し、 他方をアルパインバタフライで結束する。		
グラブ系ロープクランプ	ギブスやマイクロセンダーなど非スパイク系のロープクランプ。 主に高荷重ブーストの先端部として使用する。	ギブス・マイクロセンダー	
グリグリ	ペッツル製の下降・確保器の製品名。 オートストップディッセンダーの中では最軽量。		
クローブヒッチ	インクノット参照		
クロモリ	クロムモリブデン鋼の略。 硬質で強度がある合金のため、ハーケンの材料となる。		
クロール	ペッツル製チェストアッセンダーの製品名。		

け			
ケミカルアンカー	接着剤で定着させる人工アンカーのこと。 一般的に拡張型アンカーよりも耐荷重が大きく長寿命とされる。		
ケブラー	アラミド系のスーパー繊維。 ロープのコア、スリングやコードに使われ、軽量化に貢献している。 自己摩耗性があり、疲労特性が低い。		
こ			
GO	スチール製マイロンの製品名。 ゲートが全ネジになっており、開閉が煩雑。		
コア	カーンマントル構造のロープの芯となる直径2～3mmの撚りロープの集合体。		
固定端	チロリアンブリッジの固定側結束点。 プルージックや非オートロック型ボビン系ディッセンダーなどを用いて結束する。		
コード	主に直径が5mmから8mm程度のカーンマントル構造の断面が円形のロープ。 リギングの際、補助的に使用する。 ケブラーやダイニーマ素材のものはメインロープと同等の強度を持つものもある。		
コネクター	カラビナやマイロンなど、ロープや支点、ハーネス、ランヤードなどを接続するための強度を持った金属管のこと。		
コーン	拡張型アンカーを定着させるための「くさび」のこと。		
コーン状破壊	アンカー脱落の破壊様式の一つ。 基盤岩が円錐状に破壊する。		
さ			
サイドウェイズプル	ホーリングやチロリアンブリッジ展張時にロープを引くプルスタイルの一種。横向きの引き。		
サーペンタイン	ケイビング用チェストハーネスの一種。 たすき状に取り付けて首、背中、脇、胸を支える。		
し			
シェアードアンカーシステム	アンカーシステムの一種。 複数の支点に荷重を分散する方法。 2点から分散した時のロープの形がY字型になることから「Yビレイ」とも呼ばれる。		バックアップアンカーシステム
ジェミニ	スウィングスライド型の一軸ダブルボビンプーリー。 高倍率のブーストを組む際に有効。 プーリー効率が高く、プルージックマインドプーリーとしても使用できる。	ジェミニ	
自己確保	セルフビレイ参照		
シース	カーンマントル構造のロープの外皮のこと。		
シット＆スタンド	SRT登高動作のひとつ。 フロッグシステムやテキサスシステムはこれにあたる。		ロープウォーク
シットハーネス	ハーネスの中で、腰と太腿を支えるものの総称。 用途により多くの種類に分かれる。	クライミング用ハーネス（カリドリス） ケイビング用ハーネス（スーパーアヴァンティ） ワーク用アッセントハーネス（ファルコンアッセント） ワーク用多目的ハーネス（ナバホバリオ） 木登り用ハーネス（セコイア）	
ジャミング配置	プーリーとアッセンダーの組み合わせ位置関係のひとつ。 アッセンダーが引手側に位置する。		
ジャンピング	アンカー打設時に使用するドライバーのこと。 先端がアンカーに適合するネジになっており、後尾をハンマーで打撃する。	ペルフォスペ ロックペッカー	
ショートカウズテイル	カウズテイルの短い方をさす。 主にリビレイやロープジョイントの通過時に使用する。		ロングカウズテイル
シングル	ロープを折り返したりせず、一本で使うこと。		
人工アンカー	岩石に削孔して孔内に金属片を定着させて支点としたもの。 物理的に反力を生じさせる「拡張型アンカー」と接着剤を利用した「ケミカルアンカー」がある。		

シンプル	PETZL製下降器の一種。 ダブルボビンの下降器。 オートロック機能はなく、フレイノと併用する。		
シンプルタックル	簡易なブーストの一種。 プレテンションバックタイ結束時などに用いる。		
シンメトリックステップ	フロッグウォークシステムの登り方の一つ。 フットアッセンダーとフットループで交互に立ち上がる。 左右対称動作の登り方。 疲労は大きいが最速。		
す			
スクエアノット	ソーンスリングやデージーチェーンなどリング状のコードやテープをつなぎ合わせるノット。		
スクリューロック	カラビナの安全環の一種。 安全環がネジ式になっていて、回転させて安全環を開閉する。	OK ピラーエボ	
スタティックロープ	SRTで使用する伸縮率の低いロープ。 コアとシースの2層構造のカーンマントル構造。 太さが9mm～10.5mm程度が一般的。		ダイナミックロープ
ストップ	PETZL製下降器の一種。 ダブルボビンのオートロック式の下降器。 ハードロックにはロープの巻き付けが必要。		
ストレート	ハンガーの形の一種。 オーバルカラビナと併用してノットを壁面から離すことができる。 ボルトと垂直下側の荷重を許容する。	クデー	
スパイクカム	スパイクが付属したロープクランプ。 ロープへの食い付きのレスポンスはよいが、非スパイク系カムに比べて少ない荷重でシースを破損させる。	アセンション クロール ベーシック	
スパロウ	クライミングテクノロジー製のシングルボビンタイプの下降器。 制動追加バーが内蔵されており、完全なインライン型である。 パニック防止機能付き。		
スピット（SPIT）	PETZL製の自己削孔型アンカー。 先端が軟岩削孔用の錐になっており、ジャンピングに取り付けて、削孔することができる。		
スピーディー	アルミ製マイロンの製品名。 ゲートが4回転半で開閉し、残りはスライドする。 強度は12kNしかないが、一般的なSRTでは十分な強度なので、軽量化したい場面では多用する。		
スラック	ロープのたるみを示す。 ロープの擦過箇所からテンションを抜くときや、リビレイでの下降器架け替えのときなど、 ロープをたるませる必要のある場合があり、このたるみをスラックと呼ぶ。		
スリング	広義には繊維製のリギング補助ギアのこと。 特にリング状に加工したものをさし、縫製されたものはソーンスリングと呼ぶ。		
スローウェイト	スローラインテクニックを用いる際に、スローラインを投擲対象物に通すためのリードとして用いる重り。		
スロープチロリアン	斜めに展張したチロリアンブリッジに沿って、別ロープで斜めに下降するテクニック。		
スローライン	スローラインテクニック運用時、離隔支点に対してロープを通す際に用いるガイドライン。		
せ			
Zリグ	3倍力のロープ配置をさす。		
セルフビレイ	自己確保の意味。 自分が滑落しないために、身につけている各種ギアで支点やロープに接続すること。		
先端部	ブーストシステムの消費ロープを節約するための折り返し部。 プーリーとロープクランプの複合体を用いる。		
そ			
総合荷重	チロリアンブリッジの運用時にロープや支点に生じる最終的な荷重の大きさ。 チロリアン荷重と展張力を合計したもの。		
ソーンスリング	あらかじめリング状に縫い合わせたテープ製品のこと。 22kN程度の強度があるものが多い。		

た			
ダイニーマ	最強レベルの強度の繊維。 ロープのコア、スリングやコードに使われ、軽量化に貢献している。 軟化点が148℃と低く、擦過による溶断に注意が必要。		
ダイナミックロープ	ロッククライミングで使用する伸び率の大きなロープ。 SRTのメインロープとしては使用しない。 カウズテイルなどランヤードを好みの長さに自作するときに使用する。		
ダウンプル	ホーリングやチロリアンブリッジ展張時にロープを引くプルスタイルの一種。 フットループを用いた下向きの引き。		
ダブル	ロープを中間で折り返して2本重ねて使うこと。		
ダブルフィッシャーマンズノット	ロープ末端同士を結び合わせるノットの一つ。 テンション後には極めて解きにくくなるので、メインロープのジョイントにはトリプルエイトノットを使い、ダブルフィッシャーマンズノットはバックアップとして使用する。 コードをリング状に結束する際に使用する。		
ダブルフィギュアエイトノット	ピッチヘッドやリビレイで多用する、強度があり最もポピュラーなノット。		
ダブルホール	RAUMER製のステンレスハンガー。 形状はツイストタイプに似るが、アタッチメントホールが二つあり、上部の穴はボルト方向の荷重が可能。	エイリアン	
タンデム	プレート固定型の2連プーリー。 チロリアンブリッジの渡行などに使用する。		
タンデムプルージック	長短2本のプルージックを使用して安全率を高めたロープクランプシステム。 主にホーリングやチロリアンブリッジのメインディバイスに用いる。		
ち			
チェストアッセンダー	胸部に用いるアッセンダーの総称。 ロープへの脱着がしやすくデザインされている。	クロール	
チェストハーネス	ハーネスの中で、首と背中を支えるものの総称。 用途により多くの種類に分かれる。	ケイビング用チェストハーネス（トルソー、サーペンタイン） クライミング用チェストハーネス（ボルテージ） ワーク用チェストハーネス（トップ）	
中間セット	ピッチの途中でエッジへの擦過を避けるために構築するリギングの総称。 リビレイ、ディビエーション、プロテクターなどがそれにあたる。 ロープが足りずに継ぎ足す場合のロープジョイントも含まれる。		
チョンボ棒	フックテクニックを使用する際に、フックを離れた地点に設置するために用いる棒。 先端に磁石を付属しフック類を離隔支点に設置するために使用する。		
チロリアンブリッジ	水平に配置したロープにあらかじめ張力を持たせて、水平方向に移動するためのリギング。		
チロリアン荷重	チロリアンブリッジを運用した際に、運用荷重がチロリアンブリッジの開き角によって増加した荷重。		
つ			
ツイスト	ハンガーの形の一種。 最もポピュラーなハンガーの形状。 ボルトと垂直下側の荷重を許容する。	ブリーユ	
て			
デイジーチェーン	ソーンスリングの中間を十数か所縫い合わせて、任意の箇所に荷重可能点を作ったもの。 ソーンスリング（末端同士）の耐荷重は22kNあるが、 中間のポケットの耐荷重はは300kg程度。 ナチュラルアンカーにガースヒッチで結束して多用する。		
ディッセンダー	下降器の総称。 金属部分にロープを押し当てて摩擦を作り、下降速度を制御する。	ラック シンプル ストップ リグ ID スパロウ	アッセンダー
ディビエーション	中間セットの一つ。 ロープのエッジ擦過を避けるため、エッジの反対側に支点を設け、ロープをエッジから引き離すこと。		

テキサスシステム	SRTの登高システムの一つ。 左右のハンドアッセンダーを使用する。 比較的緩やかな傾斜状況で有利。 アルパインクライミングで多用する。		
テープ	主に幅10mm～30mm程度の幅広の繊維製テープ。 ウォーターノットで結束してリギングの際、補助的に使用する。		
テープベント	ウォーターノット参照		
デミロンド型	アッセントハーネスやケイビングハーネスのメインアタッチメントとなるコネクターの半円形をさす。		
デルタ型	コネクター類の形の一種。 三角形のカラビナやマイロンがある。		
テンション	張力の意味。 体重、その他の荷重をロープなどのギアにかけた状態のこと。		
テンションレスヒッチ	ロープ末端でナチュラルアンカーに接続する場合で、特にロープ強度を求める際に使用する。 ほぼ損失なくロープの強度を引き出すことができる。 チロリアンブリッジなどの展張ラインのアンカーなどに使用する。		
展張力	チロリアンブリッジを張り込むのにかける力の大きさのこと。		
と			
独立分散	荷重分散の様式のひとつ。 支点からのロープの長さを固定して荷重を分散するしくみ。 活動範囲は固定され、分散比率は下降方向によって不均等に変化するが、 支点脱落の際の衝撃は最小限で済む。 また、流動分散のように、全支点脱落のリスクはない。		流動分散
とっくり結び	インクノット参照		
トライアクトロック	カラビナの安全環の一種。 オートロックにさらにワンアクション加えた誤作動防止安全環。 一度取り付けたらめったに開閉しない個所に適する。 くすり指でカラビナを保持すると、扱いやすい。		
トラバース	水平方向に移動すること。		
トリプルエイトノット	ロープジョイントに使用する。 上側のロープ下端にダブルフィギュアエイトノットを作り、 それを下側から新しいロープでフォロースルー（沿わせて編み込む）にして作る。 必ずダブルフィッシャーマンズノットと併用する。		
トルス	チェストハーネスの様式のひとつ。 背中と首、胸を支える。 長さの調節が容易。		
な			
ナイフ	オンロープレスキュー時には必要になる。 必ず携帯すること。	スパサ	
ナチュラルアンカー	立木や岩など、もとからそこに在ったものを利用して支点としたもの。		人工アンカー
に			
2点ルール	自己確保の2点ルールとアンカーシステムの2点ルールがあり、 いずれも一部の例外を除いて、常時2点以上の安全確保を行わなければならない決めごと。		
ぬ			
ね			
ネスト	PETZL製のロープ救助用担架		
の			
ノット	結び目		
ノーマル配置	プーリーとアッセンダーの組み合わせ位置関係のひとつ。 アッセンダーが荷物側に位置する。		
は			
倍力	動滑車の原理に沿ってロープを折り返して、引く力を倍増させるロープ配置の総称。 レスキューや重量物の荷揚げに不可欠。 滑車を使ってロープの摩擦を減少させるほど有効に機能する。 特に3倍力のロープ配置を、その形から「Zリグ」と呼び、最も多用する。		
ハツカネズミ	ロープ登高の訓練方法。 プーリーで折り返したロープを使い、登高者が登った分だけ降ろすことで、 一定の高さの訓練場所でロープの全長分の登高ができる。 登高者に重りを付けるとさらに効果的。		

バックアップアンカー	リギング時、最初に設置するアンカーのこと。 バックアップアンカーシステムを採用した場合はこのアンカーが変わらずバックアップアンカーとなるが、 シェアードアンカーシステムを採用した場合は複数点のアンカー同士は相互補完するため、 「メイン」ー「バックアップ」の区別がなくなる。		メインアンカー
バックアップアンカーシステム	アンカーシステムの一種。 複数ある支点のうち、一点のみに常時荷重をかけ、この支点が脱落した際に、 他の支点で補完する仕組み。		シェアードアンカーシステム
ハードロック	下降器を使用してロープ上で停止している際に、間違って降りてしまわないように、 下降器を完全にロックしてしまうこと。 下降器の種類によって方法が異なる。 ストップは本体にロープを巻きつける必要がある。 リグはレバー操作のみでハードロックが行える。		
ハーネス	幅広のテープを縫合した体重を預けるためのベルト。 腰・太腿を支えるシットハーネスと、 首・背中を支えるチェストハーネスがあり、それぞれ数種類ある。		
ハーフクローブヒッチ	イタリアンヒッチ参照		
バレルノット	自作ランヤードの製作などに使用する。 ダブルフィッシャーマンズノットの別称としても用いられるが、 ここではダブルフィッシャーマンズノットの片方のみをカラビナで折り返して結束する場合をさす。		
ハンガー	アンカーに締結して、ロープの結束点を作るための金属のプレートおよびリング。 材質、形状、許容荷重方向、など主に以下の6種類。 ツイスト、ストレート、クラウン、リング、フレキシブル、ダブルホール		
ハンドアッセンダー	ハンドル付きのアッセンダー。 フロッグシステムではフットループとあわせて使用する。	アセンション	
ハンマー	人工アンカーの打設に使う。 後尾にM13のレンチが付属したものがよい。	マルトー	
半マストノット	イタリアンヒッチ参照		
ハンマードリル	アンカーの削孔に使用する。 硬質な岩石に削孔する場合や、多数打設する場合に必要。 ボッシュ製の最軽量は1.8kg。		
ひ			
非スパイク系カム	スパイクを用いないロープクランプ。 スパイクカムに比べロープの破断荷重が大きい。	マイクロセンダー ギブス	
ピッチ	ロープを使って登り降りする垂直な移動経路のこと。		
ピッチヘッド	ピッチ上部で下降開始時に下降器を使ってロープに体重を預け始める箇所のこと。		
ピッチボトム	ロープを降りきって、到着した下方の平場の意味。		
非ロック型ボビン系ディッセンダー	金属ボビンとロープの摩擦のみで運用するボビン系ディッセンダー。 オートロック機能はなくロックはロープの巻きつけによって行う。 チロリアンブリッジの解除可能固定端の構築に使用する。	シンプル イーグル	
ふ			
フィックス（FIXE）	プレートが固定されたシングルボビンプーリー。	FIXE	
フォールファクター	落下係数の意味。 墜落距離と落下を停止させたロープの長さから便宜的に見積もられる身体への衝撃の目安。 フォールファクターは墜落距離を、墜落を止めたロープの長さで割ることで計算できる。 最小0、最大で2. SRTではフォールファクターが1を超える場所に進入してはならない。 やむを得ずフォールファクターが1になる場所では、 墜落時の動きがなるべく振り子動作になるように心掛ける。		
V型リギング	下降ラインと下降器を複数使用して平面的（立体的）に移動するテクニック。		
フォローワー	リギング完了後に、リギングを後から追随してくるロープユーザーのこと。		リギング者
ブースト	滑車を用いてロープを折り返すことで、ロープを引く力を増加させるテクニック。 主に重量物や要救助者の引き上げ、チロリアンブリッジの展張する際に用いる。		
フックテクニック	フック類を使って手の届かない支点を取得したり、オポジションに配置して支点を取得するテクニック。		

フック類	エイドクライミング用のフック。 フックテクニックに用いる。	クリフハンガー グラップリングフック	
フットアッセンダー	足首に装着する補助アッセンダー。 フロッグシステムに組み込んで、フロッグウォークシステムとなる。	パンタン	
フットループ	ハンドアッセンダーに接続して使用するあぶみの総称。 フラットテープで作った「フットテープ」とダイニーマコードで作った「フットコード」がある。	フットテープ フットコード	
ブラックダイアモンド	アメリカの有名ギアメーカー。		
ブランコ	長時間の懸垂時に太腿を補助する座り板。 長さが調節できるテープで両端をメインアタッチメントに接続する。 不要な時は腰にはねあげて収納しておく。 フリーハンギングの作業には必携。	ボディウム	
プーリー	滑車のこと。 プレートの可動、滑車効率、プルージックとの併用などの点で多くの種類がある。		
プーリーカム	プーリー（滑車）とカムが一体になったもの。 主にホーリング（引き上げ）やレスキュー、チロリアンブリッジ上の移動の際に使用する。（ロープの展張に使用してはいけない） プーリーのみとしても、カムのみとしても使用できる。	マイクロトラクション プロトラクション	
振り子トラバース	ロープにぶら下がった状態で、自分の体を左右に振幅させて円弧状に移動する動作のこと。		
ブーリン	もやい結び参照		
ブーリンオンアバイト	接続可能なループが二つあるもやい結び。 カラビナやスリングを使わないで二つのアンカーを編み込んで結束できる。 ロープ中間でリングハンガーに接続するときにも使う。		
プルージック	メインロープに巻き付けて作るフリクションヒッチの一つ。 アッセンダーの代用として使用する。 プルージックマインドプーリーとあわせてホーリングや展張ラインのメインデバイスとして使用可。		
プルージックダウン	アッセンダー2機を交互に押し下げ下降する方法。 テンションのかかったロープを下降する場合や、登高中の短距離下降等の場合に使用する。		
プルージックマインドプーリー	プルージックと併用してホーリングや展張ラインのメインデバイスとして使用する滑車の一種。 プーリーのロープ入口部分が角ばって張り出しており、プルージックを押し下げる機能がある。	ミニ ジェミニ	
プルパワー	ブーストを構築する際に最初にロープを引く力のこと。		
フレイノ	下降器の制動追加の突起が備え付けられたオートロックカラビナ。 シンプルやラックなどソフトロックが必要な下降器をを使う場合や、細いロープや濡れたロープなど制動力が不足したり不安定な場合に極めて有効。	フレイノ	
フレキシブルハンガー	ASフレキシブルハンガー参照		
プレスト	スチール製マイロンの一種。 ゲート部が4回転半で開閉し、残りはスライドする。 ダブルホールなどステンレスハンガーを使用する際に多用する。	プレスト	
プレテンションバックタイ（PTBT）	立木などのナチュラルアンカーが高荷重にも耐えるように、メインアンカーを引っ張り方向の反対側にあらかじめ張力を与えてバックアップアンカーとつなぎ合わせておく結束方法。		
フロッグシステム	SRTの登高システムの一つ。 フットループをつないだハンドアッセンダーとチェストアッセンダーを使用する。 中間セットが多く、垂直に近い状況で有利。		
フロッグウォークシステム	フロッグシステムにフットアッセンダーを追加した登高システム。 3通りの登り方がある。		
プロテクター	ロープの擦過箇所で使用するロープの保護材。 PVC製でマジックテープを使ってロープに巻きつけるものが多い。 設置には熟練が必要。		
プロトラクション	PETZL製の大型プーリーカム。 倍力上位化のためのアタッチメントポイントがあり、滑車効率が90%。	プロトラクション	
ヘ			
ベアール	ヨーロッパを代表するクライミング装備メーカー。		
ベーシックステップ	フロッグウォークシステムの登り方の一つ。 フロッグシステムと同じ動作で登るが、フットアッセンダーを独立した方向に蹴り出せるため、 体が安定する。		
ペッツル（PETZL）	フランスのもっとも有名なクライミングギアメーカー。		

ペルフォスペ	PETZL製ジャンピングの製品名。 自己削孔型アンカーのSPITとあわせて削孔、打設する。	ペルフォスペ	
偏心ボビン系ディッセンダー	中心をずらしたボビンでロープを押しはさむ仕組みの下降機。 荷重をかけると自動的にロックする仕組み。	グリグリ ストップ リグ	
ヘルメット	頭部の保護具。 SRT使用時には必ずかぶる。 CEかUIAAを通ったものを使用する。	エクラン バーテックス シロッコ	
変形D型	カラビナ本体の形状のひとつ。 強度が出しやすく、ゲートの開きが大きく取れる形状。 ロッククライミングで多用する。 SRTでは軽量カラビナ以外はあまり使用しない。		
変形もやい結び	ロープ末端の処理をノットの中で行ったもやい結び。 実用としてはこれを用いる。		
ベントフリクション型	下降器の様式のひとつ。 ロープが下降器内部を立体的に移動するタイプをさす。 テンションをかけて使用した後はロープに擦れか生じるのが特徴。		インライン型
ほ			
ポディウム	PETZL製のブランコの製品名。	ポディウム	
ボトムアンカー	ピッチボトムに設置するアンカーのこと。 もしフォローワーがリギング者よりも小さくて、ディビエーションが届かない場合に設置するアンカー。 下方末端を固定してやることで、フォローワーは下方ロープを引いて、ディビエーションに近づくことができる。		
ボビン	下降器に使われている金属の円盤のこと。 これにロープを巻き付けて、摩擦を作り出し、下降速度をコントロールする。		
ホーリング	ロープを使った引き上げのこと。 SRTでは滑車やアッセンダー、ディッセンダー等を用いて倍力を作って引き上げることが多い。		ローファリング
ボルトトラバース	水平方向に連続するアンカーに順次体重を乗せ替えて移動する方法。		
ボルトハンガー	ダイニーマコードと併用して使用する全方位ハンガー。	ASフレキシブルハンガー	
ボルドタックル	簡易なブーストの一種。 プレテンションバックタイ結束時などに用いる。		
ホールパワー	ブーストを用いた結果、倍増させて発生させた力のこと。		
ま			
マイクロセンダー	非スパイク系のグラブ系ロープクランプの一種。 カムにはスパイクがなく、ロープへの脱着が煩雑。 スパイク系ロープクランプに比べ、より高荷重までロープを破断させずに運用できる。		
マイクロトラクション	PETZL製のプーリーカムの製品名。 最軽量機種。滑車効率90%。	マイクロトラクション	
マイロン	コネクターの一種。 ゲート部がネジになっていて、ゲートの開閉には回転が必要。	GO スピーディー プレスト	
マオシステム	登高システムの一つ。 フットループをプーリーで折り返してチェストアッセンダーにつなぐことで、1/2の力で登高できる。 主にレスキューで用いる。 イタリアンフットループシステムともいう。		
マストノット	インクノット参照		
み			
ミニ	スウィングスライド型のシングルボビンプーリー。 プーリー効率が高く、プルージックとも併用できるプルージックマインドプーリーでもある。	ミニ	
ミニトラクション	PETZL製のプーリーカムの製品名。 初期に発売された中型の機種。	ミニトラクション	
む			
め			
メインアンカー	バックアップアンカーシステムのうち、常時荷重がかかるほうのアンカーのこと。		

も			
もやい結び	ロープ末端で結束する、ロープの消費量が少なく簡単で強固なノット。 メインロープをナチュラルアンカーに直接結束する際に多用する。 作りやすく解きやすい。		
メインディバイス	ブーストシステム中でロープを捕獲する主要部のこと。 プーリー+アッセンダー複合体や偏心ボビン系下降器、プーリー+プルージック複合体などを用いる。		
や			
ゆ			
よ			
ら			
ラインランチャー	スローウェイト投擲用の巨大パチンコ。 ウェイトを高さ30m程度まで飛ばすことができる。		
ラク！	落石発生時の掛け声。 自分が落とした際はもちろん、落石を発見した場合でも下方に知らせる目的で発声する。		
ラック	PETZL製のブレーキバータイプの下降器。 ハードロックに要するロープが多く脱着が煩雑なので、中間セットを多用するアルパインスタイルのSRTではあまり使用しない。 放熱の効果が高くロングピッチで有効。 アメリカンスタイルのSRTで多用する。	ラック	
ラップ3プル2	チロリアンブリッジなど高荷重が生じる際の支点系を構築する際のプレテンションバックタイ（PTBT）を用いる際に使用する。 オープンスリングを立木などのナチュラルアンカーに三回巻き付けてテープノットで末端同士を結束する。		
ラビットノット	ダブルフィギュアエイトノットの変形で、接続可能なループを二つ作ることができる。 近接するアンカー間のYビレイに有効。		
ランヤード	自己確保取得のための一定の長さのコードのこと。 あらかじめ先端にカラビナを取り付けておいて、 自己確保が必要な時に即座に使えるようにしたもの。		
り			
リギング	ロープを支点に結束し、安全に昇降できるように配置すること。		デリギング
リギングプレート	レスキューや複雑なリギングなど、多数のアンカーポイントを必要とするリギングで用いる金属板。 大きな穴があいていたり、多数の穴が開いており、それぞれに一定の強度がある。	ポー リギングハブ	
リギングキューブ	立体状のリギングプレート。 立方体や四角錘のものがあり、立体的なリギングが可能。	UFO ロックスター	
リグ	PETZL製のシングルボビンの下降器。 レバー操作のみでハードロックが可能なため、ロープの巻き付け長も短く、大変便利。	リグ	
リテイニングプロテクター	ピッチ中間で使用するプロテクター設置方法のひとつ。 プロテクターを固定する支点がある場合に用いる。		
リードクライミング	ロッククライミングの方法の一つ。 二人ひと組で、下から上に向かって登っていく。 一人が中間支点を取りながら登り、もう一人が下で確保を行う。		
リビレイ	中間セットの一つで、ロープのエッジ擦過を避けるため、新たな支点に荷重を乗せ替えること。		
リボルバー	DMM製のカラビナの製品名。 先端に簡易なプーリーが内蔵されている。 ハンドアッセンダーに常設することで、Zリグ構築が迅速に行える。	リボルバー	
流動分散	荷重分散の様式のひとつ。 複数の支点間をロープやテープが自由に行き来することができるように組み立てて、 どの支点にも常に均等な荷重に分配されるしくみ。 流動しているロープ（テープ）が破断すると、全ての支点が無効になるのが欠点。		独立分散
リリーサブルコード	チロリアンブリッジの解除を容易にするための荷重解除用コード。		
リングハンガー	スチール製のリングにボルトを取り付けたハンガー。 カラビナを介さずにロープに結束できる。	ANELLOX	
る			

れ			
レッグループ	シットハーネスの太腿を支える輪の部分の名称。		
レンチ	ハンガーのボルトを締結するための工具。 M8ボルトだと、M13のレンチが適合する。		
ろ			
ロックエグゾチカ	アメリカのギアメーカー。 その名の通り、アッと驚くエキゾチックなギアしか作らない玄人好みのメーカー。		
ロックペッカー	PETZL製のジャンピングの製品名。 先端がSDSシャンクになっており、ドリルビットの使用が可能。 SDS～M8の変換パーツもあり、SPITの打設も可能。	ロックペッカー	
ロープクランプ	ロープ上の任意の個所でロープを保持するギアのこと。 アッセンダーを含み、ギブスやマイクロセンダーなど非スパイク系ギアを含む。		
ロープウォーク	SRT登高動作のひとつ。 フロッグウォークシステムシンメトリーステップやギブスロープウォークシステムはこれにあたる。		シット＆スタンド
ロープジョイント	ロープ同士をつなぎ合わせた結び目の意味。 トリプルエイトノットで連結すると、テンション後も解きやすい。		
ロープチェック	リギング前にロープに損傷がないかチェックして、ロープバッグに収納すること。 シースの損傷は目視で、コアの損傷は触診でチェックする。		
ロワーリング	ロープを使った吊り下ろしのこと。 下降器を用いて、重量物や要救助者をゆっくりと下ろす。		ホーリング
ロングカウズテイル	2本のカウズテイルのうち長い方をさす。 主にハンドアッセンダーとの接続に使用する。		ショートカウズテイル
ロングヘアープロブレム	下降器やプーリーにロープが入っていく箇所に髪の毛などが一緒に吸い込まれる事故。 長い髪の毛は束ねて整理しておくべし。		
わ			
Yビレイ	2点の荷重分散システムで構築したアンカーシステムの総称。 ロープ配置が「Y」字型に見えることからこう呼ぶ。		

ロープアクセス技術マニュアル　ホイスト編

-Single Rope Techniques-

著 者：関 治

発行人：中谷 登代治

発行所：ロープアクセス技術協会

〒617-0856　京都府長岡京市金ヶ原寿先 6-1

☎ 075-959-9095

http://www.rope-access-association.org

本書の一部または全部を無断で複製、転載、配布、またはインターネット上へアップロードすることは著作者の権利の侵害となります。

あらかじめ著者宛に許諾をお求めください。

本書はロープテックジャパンが開催する SRT 講習のテキストです。

経験のない方が本書を読むだけで SRT を実践することは大変危険です。

必ずロープテックジャパンの講習を受講ください。

http://www.ropetech.jp/