

# JISS

2011



[特集]

## JISSにおける低酸素トレーニング

JISS開所から10年、

低酸素トレーニングの研究実績と各競技団体へのサポートを紹介



**低酸素トレーニング室**  
床面積11m×5.5m、天井高2.6m。一度に10名まで入室が可能。様々なエルゴメーターが設置されており、目的に沿ったトレーニングが可能。

**低酸素宿泊室**

1フロア全体を低酸素環境にできる低酸素宿泊室。JISSの5階と6階に4フロアある。1フロアに18部屋のシングルルームタイプの宿泊室がある。



**低酸素プール**  
外形寸法は、長さ50m、高さ1.5m、幅3.5mで、1レーンのみを低酸素環境にすることができる。世界でも例をみない貴重なトレーニング施設。



JISS低酸素トレーニング室でスプリントトレーニングを行う自転車競技トラック種目の渡邊一成選手 (JPCA・福島)

## 世界に誇るJISSの低酸素関連施設

適応能力が起す様々な変化

高地トレーニングと低酸素トレーニングは、標高の高い場所や人工的な低酸素環境においてトレーニングを行うことにより、パフォーマンスの向上や様々な生理学的効果を得ようとするトレーニング方法です。このトレーニング方法は、JISSが開所される前から日本のみならず、世界中の選手が取り入れており、また世界各国の研究者がその適切な方法や効果について検討しています。

空気の薄い場所（低酸素環境）では体内に酸素を取り込みにくくなりますが、人間が持っている適応能力によって身体は様々な反応を起こし、必要な酸素量を効率よく取り込もうとして、酸素の運搬能力や取込み能力が向上するといわれています。高地トレーニング・低酸素トレーニングはこの適応能力を巧みに利用し、運動能力を向上させようとするものです。

**JISSの低酸素関連施設**

低酸素トレーニング室は、常圧低酸素環境でトレーニングが行える施設です。酸素濃度は17・4%から13・6%（標高1500mから3500m相当）の範囲で設定することができます。室内にはトレッドミル、自転車エルゴメーター、腕エルゴメーター、ローイングエルゴメーター、カヌーエルゴメーターなどの機器が備え付けてあり、さまざまな競技の選手がトレーニングを行ったり、低酸素トレーニングに関する実験を行ったりしています。

低酸素宿泊室は、通常の宿泊のみでなく、全78室のうち、常圧低酸素環境の居住空間を作ることが可能な部屋が72室設けられています。酸素濃度は16・8%から14・4%（標高1800mから3000m相当）の範囲で設定することができ、各部屋の酸素濃度と二酸化炭素濃度は、管理室の表示盤で一括監視され、異常が発生した場合にはすぐに対応できるようになっています。

また、競泳プール（50m）も、鉄製のパイプを天井から吊り、ビニール製の透明膜材を装着することで、低酸素化が可能です。酸素濃度は17・4%から13・6%（標高1500mから3500m相当）の範囲で設定することができます。普段は膜材を取り外し、パイプは天井レールに沿ってプール両脇の壁際に収納されています。なお、この施設は、世界でもJISSのみに存在する、大変めずらしいものです。

**いろいろな競技の選手が利用**

3施設とも、低酸素の発生方法には、膜分離方式を採用しています。これは酸素が通りにくい特殊な膜（酸素分離膜）に、加圧された空気を流すことにより、酸素濃度が空気よりも低い低酸素空気を作る方式です。この低酸素空気と大気を混合させることで、低酸素空気を作り出します。

他に、気圧実験室は、標高0mから5000m相当までの環境をシミュレートでき、低圧環境下でのトレーニング効果に関する基礎的研究やトレーニング方法の開発に利用されます。気圧計、酸素ガス・二酸化炭素ガス分析計のほか、室内カメラも設置されており、気圧実験室の外側から実験室内を常時モニターすることが可能です。

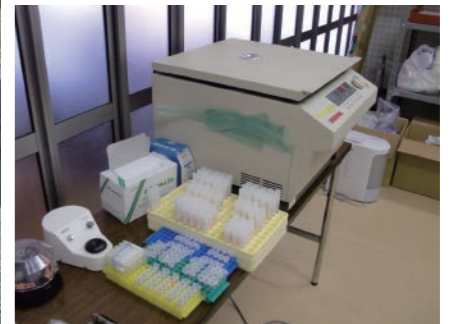
これらの低酸素関連施設は多くの競技団体に活用されており、オリンピックや世界選手権での活躍に貢献しています。最近では、陸上競技（中長距離）、競泳、スピードスケート、自転車（トラック）、カナド（スプリント）の選手たちがよく利用しています。



北島康介選手（左から2人目/日本ココアコーラ）は、これまで多くの高地トレーニングを実施している。高地環境でのハードなトレーニングがオリンピック2大会連続の金メダル獲得へ導いた。  
写真：築田純/アフロスポーツ



飛騨高山御嶽高地トレーニングエリアのマップ。トレーニングエリアには各施設が集まっており、高地トレーニングを行う環境が整っている。JISSではここで多くの実験を行っている。（飛騨御嶽高原高地トレーニングエリアHPより）



高地トレーニング中には身体に様々な変化が起こる。その変化を各種の生理学的パラメーターを用いてモニタリングする。（左）運動中の酸素摂取量の測定。（右上）自律神経機能の測定。（右下）唾液や尿を採取して免疫系やストレス系のホルモンを測定。

### 高地・低酸素トレーニング研究の変遷

日本における高地トレーニングに関する研究の歴史は、3年後に東京五輪をひかえた1961年に選手強化の一方策として始まりました。その後、標高2300mの高地で行われた1968年のメキシコ五輪対策として、大規模な研究プロジェクトが立ち上げられ、その研究成果は、マラソン種目における君原健二選手の銀メダル獲得に貢献したといわれています。メキシコ五輪対策の研究プロジェクトでは、「高地で高いパフォーマンスを発揮するためにはどうしたらいいか」というテーマでしたが、その後高地での競技会は少なくなり、現在では「高地でトレーニングすると、低地でのパフォーマンスへの効果はどのようなものか、どのような生理学的効果があるのか」というテーマにシフトしていきま

す。その後、高地環境をシミュレートできる低圧室が開発され、低圧室を利用したトレーニング方法や高地トレーニング前に高地環境に体をならす（高地順化）方法に関する研究などが行われてきました。しかし、低圧室は大規模な施設が必要となつて、被験者が体調を崩したときに、すぐに部屋の外に出られないなどの問題がありました。そこで、気圧を変えることなく酸素濃度だけを変えられることができる低酸素室が開発され、低圧室と同様の研究が行われるようになってきました。JISSには気圧室と低酸素室の両方の施設があるため、対象や目的に合わせてこれらの施設を使い分けることが可能です。

### 高地・低酸素トレーニングの効果

高地トレーニングで期待される具体的な効果と

しては、主に以下の点が挙げられます。

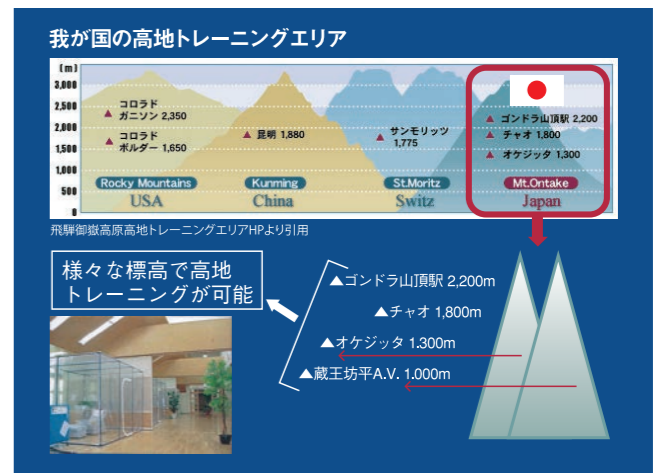
- ① ヘモグロビン増加による酸素運搬能力の向上
  - ② 骨格筋の毛細血管密度の増加による酸素取込み能力の向上
  - ③ 酸化系・解糖系酵素活性の増加による酸素利用能力の向上
  - ④ 筋pHを一定にする作用である筋緩衝能の向上
- つまり、いわゆる心肺機能や筋肉の機能を向上させることによって、総合的に運動パフォーマンスを向上させることができるということです。

高地トレーニングというと、マラソン選手が多く取り入れていることから、主に有酸素能力のみを向上させる手段であるというイメージがあるかもしれませんが、しかし、JISS開所前の2000年前後になって高地・低酸素トレーニングが無酸素能力に及ぼす影響についての研究成果が報告されるようになってきました。そのため、JISSでは、2001年の開所当初から現在まで、高地・低酸素トレーニングが無酸素能力や筋力・筋パワーに及ぼす影響についても検討してきています。アテネ五輪・北京五輪の2大会連続で100m・200m平泳ぎの2種目で金メダルを獲得した北島康介選手は、高地トレーニングを多く実施していることで有名です。競泳の100m・200m種目の運動時間は約1〜2分程度であり、無酸素能力が重要な競技ですので、北島選手の例を見ると「比較的短時間（1分程度）で終了する競技でも高地トレーニングは有効である」といえるでしょう。また、最近では自転車競技のトラック種目の選手が定期的にJISS低酸素トレーニング室で高強度スプリントトレーニングを行っており、その効果について、選手・コーチから高い評価を得ています。

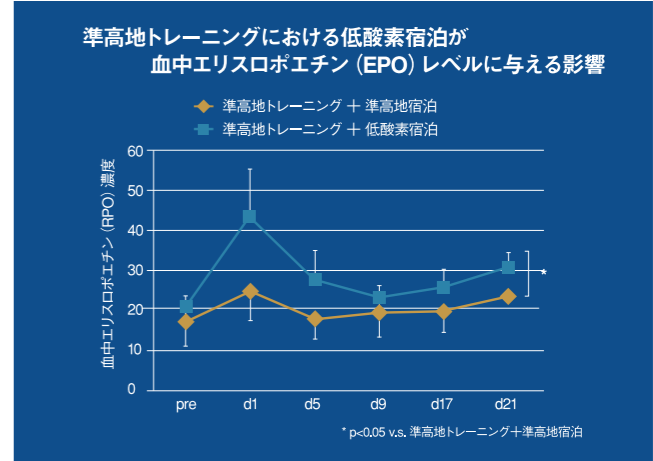
## 有酸素能力以外にも さまざまな効果が期待されている。

鈴木 康弘（JISSスポーツ科学研究部研究員）





日本国内では岐阜県高山市や山形県上市市に高地トレーニングエリアがある。海外ではアメリカ、ヨーロッパ、中国のトレーニングエリアが有名。



準高地環境 (標高1,300m) でのトレーニングに加えて標高3,000m相当の人工的低酸素環境で宿泊すると、増血を促すホルモンであるエリスロポエチンは高いレベルで推移する。

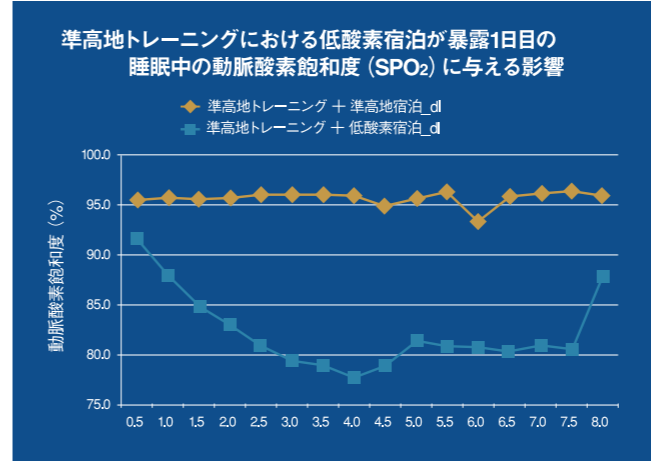


低酸素研究プロジェクトの研究・サポート活動

### Living high Training low (リビングハイ・トレーニングロウ)

従来の高地トレーニングは、高地 (1,800m~2,300m) に滞在して高地でトレーニングを行う方法 (Living high Training high) である。しかし、この方法では、特に陸上長距離選手を対象とした場合、トレーニング内容が低地と比較して質的にも量的にも低下してしまう (体調を崩すなど) という問題があった。この問題点を解決する方法の一つとして、近年提唱されたのが、高地に滞在しながら低地 (500~1,000m) でトレーニングを行う方法 (Living high Training low) である。この方法は、4,000m以上の山が多く存在するアメリカやスイスなどでは自然環境では実施可能であるが、日本やオーストラリア、フィンランドには4,000m級の山が存在しないため、実施することは不可能である。そこで我々は日本に標高の高い山が存在しないことを逆にとり、準高地 (1,300m) に低酸素宿泊室を設置することで、低酸素環境で宿泊し準高地環境でトレーニングするという、人工的環境でのLiving high Training low法を実施できるようにした。そして、この環境でのトレーニングの効果について2つの実験を行った。

①21日間、準高地でトレーニングして標高3,000m相当の低酸素宿泊する実験。②15日間、準高地でトレーニングして標高4,000m相当の低酸素宿泊する実験。その結果、①においては、総ヘモグロビン量および最大酸素摂取量がトレーニング前と比較して有意に増加。②においては、総ヘモグロビン量は有意に増加しなかったが、最大酸素摂取量、エリスロポエチンおよび夜間尿中カテコラミンはトレーニング前と比較して有意に増加した。



準高地環境 (標高1,300m) で宿泊した際の睡眠中のSpO<sub>2</sub>は96%程度だが、標高3,000m相当の人工的低酸素環境で宿泊するとSpO<sub>2</sub>は78%まで低下した。

JISSにおける低酸素トレーニングの基本的な考え方は「高強度トレーニング」です。常酸素環境と比較して絶対強度に対する身体負荷が高いトレーニングであり、よく鍛錬された選手に対しても効果的かつ効果的に高い身体負荷をかけることができるトレーニング方法として捉えています。そのため、基礎的な研究としては、有酸素性能力を向上させる持久性トレーニングのほか、無酸素性能力を向上させるスプリントトレーニングや、筋力・筋パワーを向上させるレジスタンストレーニングを、低酸素環境で行った際の生理学的効果やパフォーマンスの向上に関する研究を行っています。

一方、高地トレーニングは標高1,800m~2,300m程度で行われるのが一般的ですが、日本

国内にはこのような標高で宿泊・トレーニングできる場所が極めて少ないのが現状です。そこで、JISSでは標高1,300mの準高地トレーニングエリアに低酸素室を設置して、宿泊する際は標高3,000m相当の酸素濃度に設定し、トレーニングは標高1,300mで行う、いわゆる「Living high Training low」の高地トレーニング法を人工的に作

り出し、大学陸上競技長距離選手を対象にしてその効果について検討しています。JISSでは、これらの研究で得られた知見を、学会や論文などで発表したり、各競技団体のコーチ・選手に対して情報提供を行っています。また、競技団体から高地トレーニングや低酸素トレーニングに対するサポート依頼があった場合は、できる限

り低酸素研究プロジェクトメンバーの研究者が帯同するようにしており、研究プロジェクトの活動を通して得られた知識・データを活用してサポート活動を行う体制を整えています。高地トレーニングに対するサポート活動のメインは、コンディショニング指標のモニタリングです。コンディショニングの指標としては、主に①起床時

## 低酸素施設がおおいに役立った

平井伯昌氏  
(北京五輪水泳日本代表コーチ・東京スイミングセンターコーチ・日本水泳連盟競泳委員)

高地トレーニングを取り入れるようになったのは、1999年からです。陸上の長距離やスピードスケートの文献を参考にしながら始めました。現在は、年に2、3回ほど行っています。日頃忙しい選手たちにとって、活用しやすいJISSの低酸素関連施設は大変ありがたいものです。具体的にその利点を申し上げます。体調を見ながら徐々に低酸素環境に慣れることができるという点、高地に実際に足を運ぶよりも手間がかからない、時差などの問題がないという点が挙げられるかと思



我々が使用しているのは低酸素宿泊室、低酸素トレーニング室、低酸素プールです。東京都内の、信頼するJISSでの施設で行うため、低酸素トレーニングが初めてという選手は取り組みやすいようです。施設がしっかりしているので、安全の面から言っても、安心です。また、低酸素トレーニングは身体面の変化ばかりではなく、精神的にプラスになる要素も含んでいると考えています。苦しいものに耐えるということですが、そういった点も見逃せません。やはり、低酸素の環境下でトレーニングすることが大事であると思います。

JISSのスタッフの皆さんと信頼関係を築きながらトレーニングに取り組み、約10年が経ちました。今後もご協力を仰ぎながら、施設の拡充、情報の共有をお願いしつつ、さらなる発展をめざしたいと思います。



### 新たなトレーニング方法の開発へ

今後の展望としては、格闘技のトレーニングに利用できる低酸素トレーニング室の設置や、50mプール全面を低酸素状態にできる装置の設置、また、ランニングコストの低い低酸素発生装置の開発など、さらに低酸素施設を充実させることが必要だと考えています。

また、いま注目しているのは、高酸素環境でのトレーニングの効果です。我々の研究データでは、高酸素環境で高強度の運動を繰り返し行った場合、常酸素や低酸素環境と比較して高いパワーを発揮できることが明らかになっています。そのため、高強度運動を繰り返すようなトレーニングを行う場合には、常酸素や低酸素環境より高酸素環境で行った方が高いトレーニング効果を得られる可能性が有ります。これまでは低酸素環境ばかりに着目していましたが、今後はトレーニング目的に沿った酸素濃度の使い分けといった点を含めた、新たなトレーニング方法を開発していく必要性があると考えています。



# 平成23年度スポーツ振興助成 選手・指導者スポーツ活動助成 助成対象者認定式

「平成23年度スポーツ振興助成 選手・指導者スポーツ活動助成 助成対象者認定式」を7月21日(木)に味の素ナショナルトレーニングセンターで開催しました。「選手・指導者スポーツ活動助成」とはオリンピック日本代表選手等、我が国における優秀な選手及び指導者等が行うスポーツ活動等に対して助成を行うことにより、安心してスポーツ活動に打ち込めるようにすることを目的としています。

この認定式はスポーツ振興基金助成金の意義を広く周知するとともに、日本オリンピック委員会から推薦されたアスリート(エリートA、エリートB、ユースエリート)及びその指導者に対し、自身の競技活動が国民の支援を受けて行われていることを改めて認識していただくことを目的としています。今年度はアスリート407名、指導者207名、計614名(4月1日現在)が交付決定されました。

認定式では助成対象区分の各代表者(エリートA・柔道の穴井隆将選手、エリートB・体操の田中理恵選手、ユースエリート・卓球の石川梨良選手、指導者・レスリングの伊藤広道氏)にそれぞれ日本スポーツ振興センター小野理事長から認定証が授与された後、被認定者を代表して、陸上競技の村上幸史選手が来年のロンドンオリンピックに向けての決意を述べられました。

また、認定式直前にFIFA女子ワールドカップで優勝を成し遂げた「なでしこジャパン」のメンバーから、GKの山郷のぞみ選手、DFの矢野喬子選手が出席されました。注目度の高さから多数のメディアに取り上げられたことで、本助成金がより広く認知される機会となりました。

今後の世界選手権やロンドンオリンピックでは多くの認定選手が活躍されることを期待しています。

最後になりますが、認定式開催にあたりご協力いただいた皆様にご心よりお礼申し上げます。ありがとうございました。

(スポーツ振興事業部助成課)



代表者集合写真



体操田中選手(エリートB代表)



陸上村上選手(被認定者代表)



柔道穴井選手(エリートA代表)

## 0000 INFORMATION

### 東日本大震災緊急復興支援事業 「スポーツ振興くじ助成」総額7.1億円の配分を決定

独立行政法人日本スポーツ振興センターが行うスポーツ振興くじ助成事業において、東日本大震災の被災地の復旧・復興支援に関する緊急復興支援事業として、総額7.1億円の配分を行うことを決定しました。

被災した5つのJリーグクラブ(仙台、鹿島、水戸、栃木、大宮)のホームスタジアム復旧に対して約3.8億円の助成を行います。

また、被災地の子どもたちの“心のケア”を支援すべく、総額約3.3億円の配分を行います。すでに実施されたプロジェクトもあり、今後も継続的に被災地支援を行っていきます。



Shin-ichiro KANEKO / J LEAGUE SOCCER KING

#### Jリーグホームスタジアム緊急復旧施設整備助成

助成団体	支援スタジアム	配分額
宮城県仙台市	ユアテックスタジアム仙台	78,016,000円
茨城県	県立カシマサッカースタジアム	100,000,000円
茨城県水戸市	ケーズデンキスタジアム水戸	100,000,000円
栃木県	栃木県グリーンスタジアム	100,000,000円
埼玉県さいたま市	NACK5スタジアム大宮	976,000円
		計 378,992,000円

#### スポーツによる被災地の子どもたちの心のケア活動等助成

助成団体	助成事業名	配分額
公益財団法人	①スポーツこころのプロジェクト「笑顔の教室」	197,257,000円
日本体育協会	②スポーツ用具等特別支援事業	50,000,000円
	③ウォームアップ・ジャパンin東北	21,067,000円
公益財団法人	④「がんばれ! ニッポン」プロジェクト	35,000,000円
日本オリンピック委員会	⑤レクリエーション活動を通じた被災地の子ども・高齢者支援活動	15,816,000円
公益財団法人	⑥障害者スポーツ被災地復興活動事業	9,974,000円
財団法人		
日本障害者スポーツ協会		
		計 329,114,000円