



OROBOROS  
INSTRUMENTS

# O2k-FluoRespirometer

## セルフラックスアナライザー

総合的なミトコンドリア活性測定、  
酸化リン酸化 (OXPHOS) 分析、  
エネルギー代謝分析を可能にした  
世界で唯一の代謝分析システム

- ✓ 酸素消費量 ✓ 活性酸素種産生
- ✓ ミトコンドリア膜電位
- ✓ ATP産生 ✓ pH
- ✓ NO濃度 ✓  $Ca^{2+}$ 濃度
- ✓ 組織ホモジネート ✓ インタクト細胞
- ✓ 透過性処理細胞/組織
- ✓ 単離ミトコンドリア



ベルトールドジャパン株式会社



## 概要

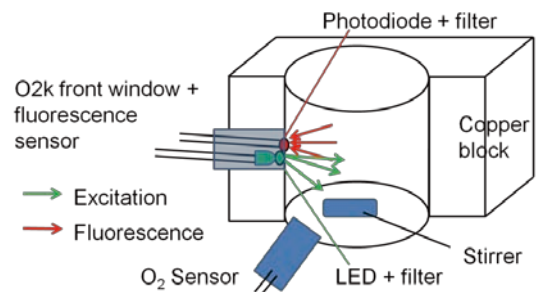
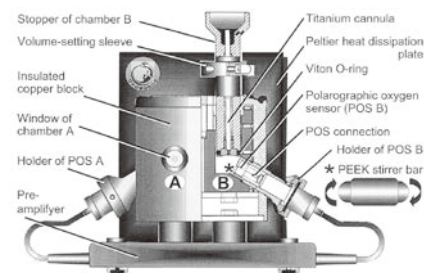
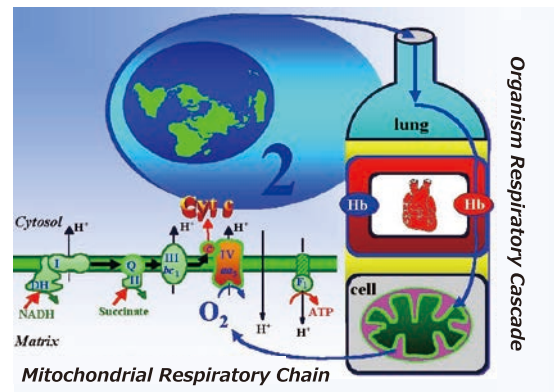
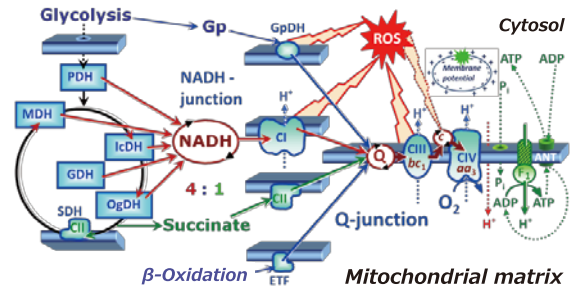
本システムは細胞や組織の代謝研究のためにオロボロス・インスツルメンツ社（オーストリア）によって開発されたセルフラックスアナライザーです。微量の生物学的試料、単離されたミトコンドリア、透過性処理細胞／組織、インタクト細胞および組織の切片に至るまで、生体エネルギー代謝および酸化リン酸化（OXPHOS）分析に使用することができます。本システムの技術は、ミトコンドリア生理学および病理学における研究の質と科学的成果に重点を置いて開発されており、世界的に著名な研究者間で高い評価を得ています。高分解能蛍光呼吸モジュールは酸素センサー、蛍光モジュールおよび各種オプションモジュールの組み合わせにより、様々な測定に対応しています。

## 特徴

- 高い時間分解能（例えば 2 秒間隔）及び高い酸素測定精度を実現
- ミトコンドリア代謝を生体内の状態に近い環境に再現して測定が可能
- メディウム循環、酸素循環、測定室温度、pH を精密にコントロール
- サンプル測定室の温度制御法を従来の循環式水サーモスタットからペルチェ温度制御に置き換え
- 微量サンプル、単離ミトコンドリア、透過性処理細胞／組織、インタクト細胞／組織の切片の測定が可能
- 各種モジュールの追加により NO 濃度、Ca<sup>2+</sup>濃度、pH 濃度、活性酸素種、ATP 産生、ミトコンドリア膜電位などの測定が可能
- 1 つの SUIT※プロトコルに 20 以上の滴定ステップを含めることが可能  
※ Substrait-Uncoupler-Inhibitor Titration
- 全世界で 1,200 台以上の納入実績（2019 年 9 月現在）
- 同社のユーザーネットワークを介して多くの研究者の研究成果を共有
- O2K を使用したアプリケーション／論文は約 3,400 報（2019 年 9 月現在）

## 機器原理

測定室は 2 チャンネルあり、Duran®（ホウケイ酸）ガラスチャンバー製（容量 2ml）で PVDF 製スターラー（100-700rpm）が挿入されておりメディウムを循環させています。測定室下部には O<sub>2</sub> センサー（Polarographic Oxygen Sensor）が取り付けられており、酸素濃度がリアルタイムで測定されます。上部ストッパーからは様々な反応試薬を随時導入できます。蛍光測定は前面ウィンドウに蛍光センサーを取り付け、LED+ショートパスフィルターで励起、フォトダイオード+ロングパスフィルターで測定します。検出器と励起光源は一体化されており、蛍光測定センサーは 520nm および 465nm の 2 種類があります。



### Respiration の算出

Respiration はポーラログラフの自身の酸素消費 J<sub>pos</sub>、材料からの酸素逆拡散 J<sub>diff</sub> 等のバックグラウンド J<sup>o</sup>を厳密に求め、算出します。

$$J_r = -dc / dt - J^o$$

(dc = 酸素濃度変化、dt = 経過時間、J<sup>o</sup> = J<sub>pos</sub> + J<sub>diff</sub>)



## 構成

初期基本システムは O2k-FluoRespirometer モデル (高分解能蛍光計測: HRFR) および Startup O2k-Respirometer モデル (酸素測定) の 2 機種があります。測定チャンネル追加モデルは Power O2k-FluoRespirometer および Power O2k-Respirometer が提供されています。



### ① 滴定用マイクロポンプモジュール (TIP2k-Module)

試薬を自動的に微量で滴定できるモジュール、TIP2k ニードルを安全に保管可能

### ② 測定室 A、B (2 チャンネル)

Duran® (ホウケイ酸) ガラス製サンプルチャンパー 2 チャンネル、PEEK ストッパーで密閉。ポーラログラフ酸素センサー各チャンネル 1 本付き

### ③ 滴定タイトレーションキット (O2k-Titration Set)

ハミルトンマイクロシリンジと予備プランジャー、シリンジラベル、シリンジキャリング付き。シリンジラック、チューブラックセットで保管可能

### ④ スマート蛍光センサー (O2k-Fluo LED2 Module)

電流測定アドオンモジュールで ATP 産生、膜電位、Ca<sup>2+</sup> の測定用。波長 520nm および 465nm を選択可

### ⑤ O2k メインユニット (O2k-Core)

ステンレス鋼製筐体で覆われたメイン電源および測定室が一体化

### ⑥ ISS 吸引システム (ISS-Integrated Suction system)

測定チャンパー内のメディアムを吸引するためのポンプ、廃棄ボウルはフィルター付き

※この他に、クリーニング用サービスキット、O2k 測定専用培地などが含まれます。

## O2k チャンバーの特長

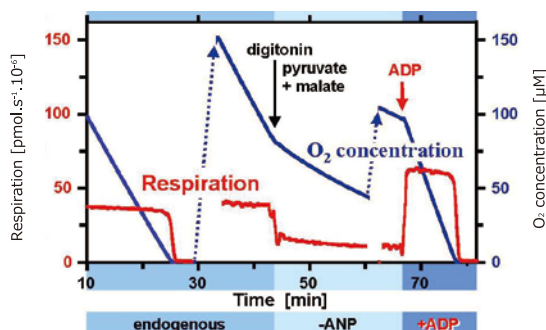
測定室に使用されるサンプルチャンパーは Duran® (ホウケイ酸) ガラス製で PVDF または PEEK ストッパーで密閉されています。

磁気スターラーは、PVDF または PEEK によって被覆されており、これらのシール材料は酸素拡散を最小にし、酸素逆拡散の影響を最小限に抑えるだけでなく、O<sub>2</sub> バックグラウンドフラックスの自動補正が行えます。



## ソフトウェア

最新のオペレーション解析ソフトウェア DatLab7.4 は プロトコル設定、機器操作およびデータ解析までサポートしています。測定データはリアルタイムで観測でき、上述の計算式に基づき Respiration の変化グラフもリアルタイムで表示することができます。



ヒト臍帯静脈血管内皮細胞 (HUVEC) のミトコンドリア呼吸測定  
DatLab は O<sub>2</sub> 濃度及びフラックスをリアルタイムに表示します

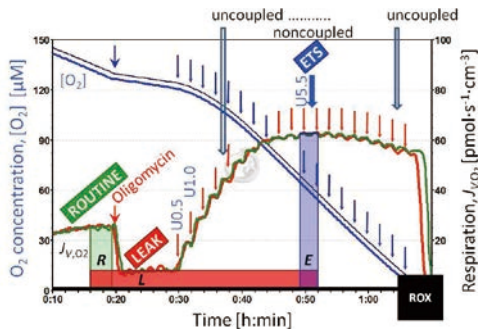
## マルチウェルシステムとの違い

- マルチウェルシステムでは、感度に関する仕様は記載されていません。(酸素フラックスの検出限界/酸素濃度の検出限界/非線形性および直線範囲など)
- ウェル間のデータ再現性、温度制御の再現性が保証されているかも問題となっています。
- マルチウェルプレートのプラスチック材料中の酸素貯蔵は、高い酸素逆拡散をもたらします。(参照 Gnaiger 1995)
- 酸素の逆拡散について明確な記載がありません。そのような仕様の評価には試験プロトコルを適用すべきです。(参照 Gnaiger 2008)
- マルチウェルシステムは、ハイスループットスクリーニング用に設計されています。プラスチック材料の使用や半閉鎖的環境での測定データは半定量的です。
- マルチウェルシステムでは、測定毎に専用のマルチウェルプレートが必要になり、その分のランニングコストが発生します。O2k は非ディスプレイ用のガラスチャンパーを使用します。



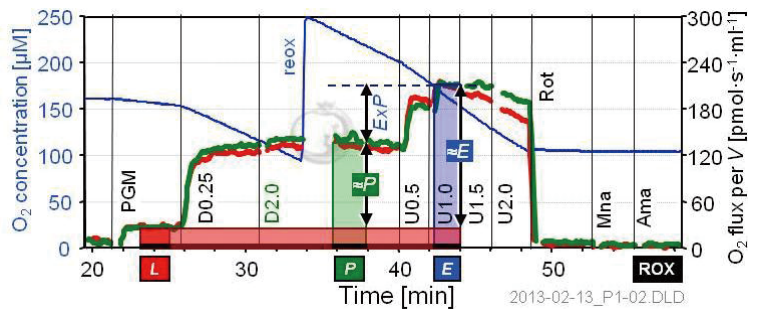
# 測定例

## ミトコンドリア呼吸測定

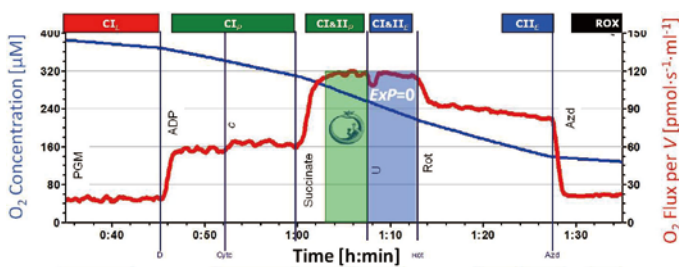


株化細胞 (32D)

脱共役剤の複数回滴定により最大呼吸を誘導します。



マウス脳ホモジネート



マウス骨格筋

培養細胞だけでなく、組織サンプルの分析も可能にします。

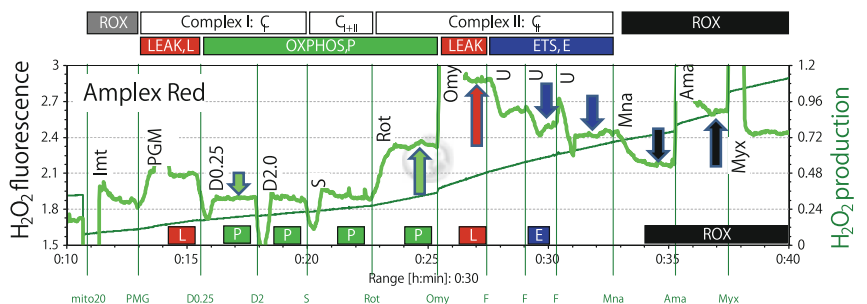


ヒト外側広筋

酸化的リン酸化能や電子伝達能だけでなく、脂肪酸添加により脂肪酸酸化能の評価も可能にします。

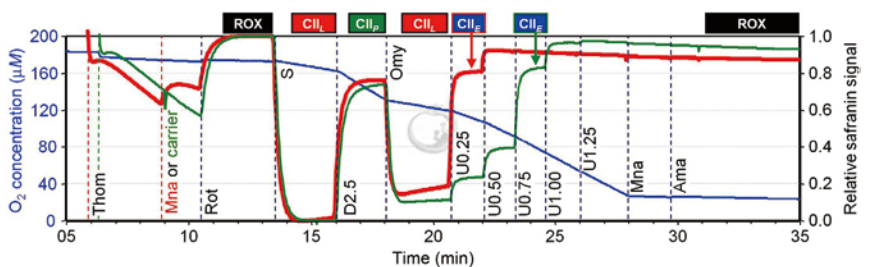
## 活性酸素種(過酸化水素)測定

ミトコンドリアは好気性 ATP 産生の主要供給源であると同時に、細胞内の活性酸素種 (ROS) の主要産生場所でもあります。ROS の動態も明らかにします。(蛍光オプションを使用)



## ミトコンドリア膜電位測定

ミトコンドリア膜電位は、酸化的リン酸化 (OXPHOS) によって直接影響を受けます。より統合的な分析を可能にします。(蛍光オプションを使用)



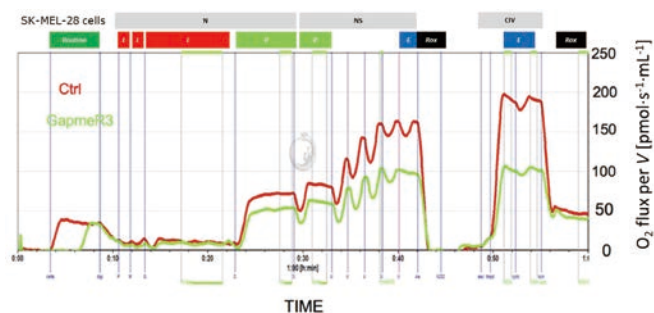


# アプリケーション

## がん

### ヒトメラノーマ細胞

メラノーマにおけるエネルギー代謝阻害標的遺伝子を同定します。

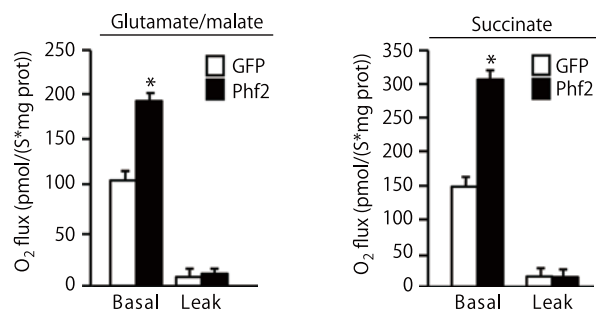


Eleonora Leucci et al. (2016) Melanoma addiction to the long non-coding RNA SAMMSON. Nature 531:518-22.

## 糖尿病・肥満

### マウス肝ホモジネート

ヒストン脱メチル化酵素 Phf2 過剰発現群の代謝プロファイリングです。

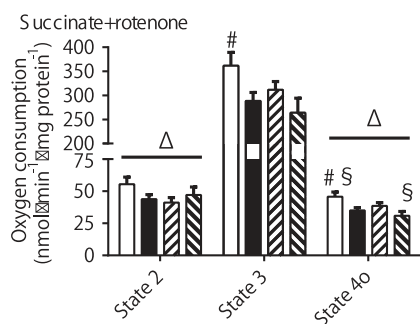
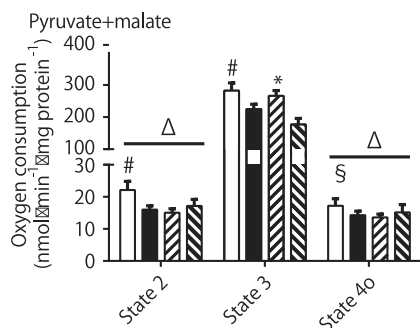


Bricambert J et al. (2018) The histone demethylase Phf2 acts as a molecular checkpoint to prevent NAFLD progression during obesity. Nat Commun 9:2092.

## 運動生理学

### ヒト骨格筋 (外側広筋) 由来ミトコンドリア

運動によるエネルギー代謝上昇の検証します。

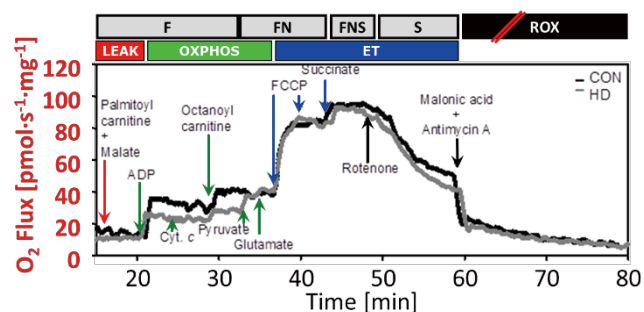


Hey-Mogensen M et al. (2015) A novel method for determining human ex vivo submaximal skeletal muscle mitochondrial function. J Physiol 593:3991-4010.

## 循環器

### ヒト心筋組織

心臓病におけるミトコンドリア機能を分析します。



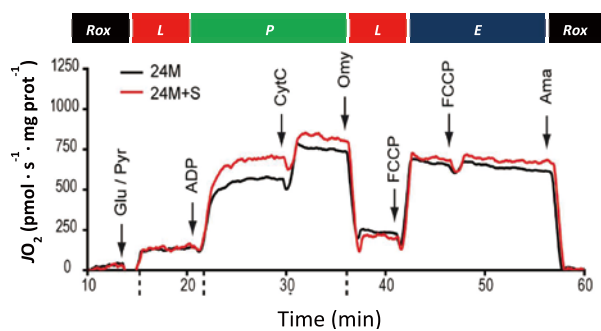
Lemieux H et al. (2011) Mitochondrial respiratory control and early defects of oxidative phosphorylation in the failing human heart. Int J Biochem Cell Biol 43:1729-38.



# アプリケーション

## 老化

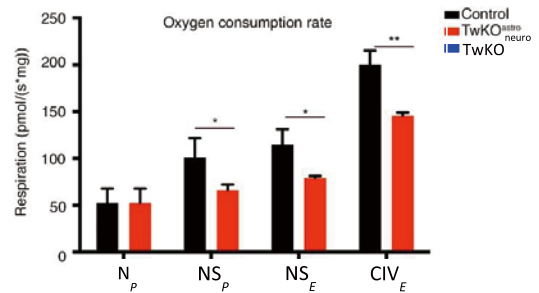
マウス肝ホモジネート心筋由来ミトコンドリア  
加齢誘発ミトコンドリア呼吸機能低下に対するスペルミジンの経口補給効果を明らかにします。



Eisenberg T et al. (2016) Cardioprotection and lifespan extension by the natural polyamine spermidine. Nat Med 22:1428-38.

## 神経変性

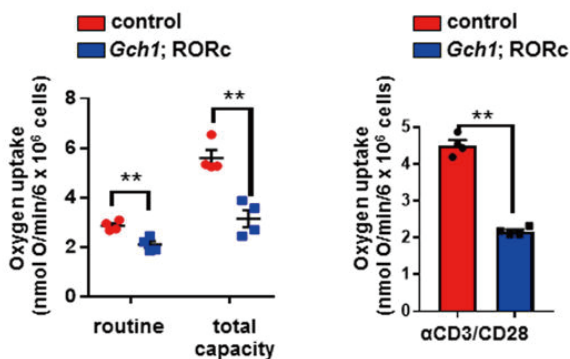
マウス小脳ホモジネート  
神経変性発生機序に関わるタンパク質を同定します。



Ignatenko O et al. (2018) Loss of mtDNA activates astrocytes and leads to spongiotic encephalopathy. Nat Commun 9:70.

## 免疫学

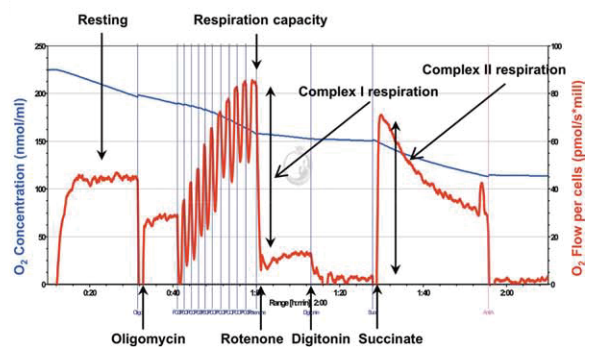
マウス T 細胞  
補酵素 BH4 は自己免疫とがんにおける T 細胞増殖制御に関与します。



Cronin SJF et al. (2018) The metabolite BH4 controls T cell proliferation in autoimmunity and cancer. Nature 563:564-68.

## 幹細胞学

マウス神経幹細胞  
神経幹細胞の分化には mtDNA の完全性が必要です。



Wang W et al. (2010) Mitochondrial DNA integrity is essential for mitochondrial maturation during differentiation of neural stem cells. Stem Cells 28:2195-204.



# 参考論文 (抜粋)

## がん領域

- Chowdhury SK et al. (2005) High activity of mitochondrial glycerophosphate dehydrogenase and glycerophosphate-dependent ROS production in prostate cancer cell lines. *Biochem Biophys Res Comm* 333:1139-45.
- Hervouet E et al. (2006) Inhibition of cytochrome c oxidase subunit 4 precursor processing by the hypoxia mimic cobalt chloride. *Biochem Biophys Res Commun* 344:1086-93.
- Bredholt T et al. (2009) Camptothecin and khat (*Catha edulis* Forsk.) induced distinct cell death phenotypes involving modulation of c-FLIPL, Mcl-1, procaspase-8 and mitochondrial function in acute myeloid leukemia cell lines. *Mol Cancer* 8:101.
- Fang M et al. (2010) The ER UDPase ENTPD5 promotes protein N-glycosylation, the Warburg effect, and proliferation in the PTEN pathway. *Cell* 143:711-24.
- Park JH et al. (2015) Inactivation of EWS reduces PGC-1 $\alpha$  protein stability and mitochondrial homeostasis. *Proc Natl Acad Sci USA* 112:6074-9.
- Leucci E et al. (2016) Melanoma addiction to the long non-coding RNA SAMMSON. *Nature* 531:518-22.
- Touat M et al. (2018) DNA repair deficiency sensitizes lung cancer cells to NAD<sup>+</sup> biosynthesis blockade. *J Clin Invest* 128:1671-87.
- Arena G et al. (2018) Mitochondrial MDM2 regulates respiratory complex I activity independently of p53. *Mol Cell* 69:594-609.
- Bajzikova M et al. (2019) Reactivation of dihydroorotate dehydrogenase-driven pyrimidine biosynthesis restores tumor growth of respiration-deficient cancer cells. *Cell Metab* 29:399-416.

## 糖尿病・肥満領域

- Benani A et al. (2007) Role for mitochondrial reactive oxygen species in brain lipid sensing: redox regulation of food intake. *Diabetes* 56:152-60.
- Phielix E et al. (2008) Lower intrinsic ADP-stimulated mitochondrial respiration underlies in vivo mitochondrial dysfunction in muscle of male type 2 diabetic patients. *Diabetes* 57:2943-9.
- Knauf C et al. (2008) Brain glucagon-like peptide 1 signaling controls the onset of high-fat diet-induced insulin resistance and reduces energy expenditure. *Endocrinology* 149:4768-77.
- Rostambeigi N et al. (2011) Unique cellular and mitochondrial defects mediate FK506-induced islet  $\beta$ -cell dysfunction. *Transplantation* 91:615-23.
- Benani A et al. (2012) Role for mitochondrial reactive oxygen species in brain lipid sensing: redox regulation of food intake. *Diabetes* 56:152-60.
- Sebastián D et al. (2012) Mitofusin 2 (Mfn2) links mitochondrial and endoplasmic reticulum function with insulin signaling and is essential for normal glucose homeostasis. *Proc Natl Acad Sci USA* 109:5523-8.
- Aroor AR, Habibi J et al. (2015) Dipeptidyl peptidase-4 inhibition ameliorates western diet-induced hepatic steatosis and insulin resistance through hepatic lipid remodeling and modulation of hepatic mitochondrial function. *Diabetes* 64:1988-2001.
- Morton NM et al. (2016) Genetic identification of thiosulfate sulfurtransferase as an adipocyte-expressed antidiabetic target in mice selected for leanness. *Nat Med* 22:771-9.

## 運動生理学領域

- Gnaiger E (1992) Optimum efficiency of energy transformation and the evolution of catabolic pathways. *Funct Ecol* 6:234-41.
- Timmers S et al. (2011) Calorie restriction-like effects of 30 days of resveratrol supplementation on energy metabolism and metabolic profile in obese humans. *Cell Metab* 14:612-22.
- Robach P et al. (2012) The role of haemoglobin mass on VO<sub>2</sub>max following normobaric live high-train low in endurance-trained athletes. *Br J Sports Med* Jul 12. 46:822-7.
- Guadalupe-Grau A et al. (2014) Effects of an 8-week erythropoietin treatment on mitochondrial and whole body fat oxidation capacity during exercise in healthy males. *J Sports Sci* 26:1-9.
- Senyilmaz D et al. (2015) Regulation of mitochondrial morphology and function by stearoylation of TFR1. *Nature* 525:124-8.

## 循環器領域

- Schneeberger S et al. (2008) Mitochondrial ischemia-reperfusion injury of the transplanted rat heart: improved protection by preservation versus cardioplegic solutions. *Shock* 30:365-71.
- Räsänen M et al. (2016) VEGF-B gene therapy inhibits doxorubicin-induced cardiotoxicity by endothelial protection. *Proc Natl Acad Sci U S A* 113:13144-49.
- Eisenberg T et al. (2016) Cardioprotection and lifespan extension by the natural polyamine spermidine. *Nat Med* 22:1428-38.
- Lu Z et al. (2018) Deficiency of PKD2L1 (TRPP3) exacerbates pathological cardiac hypertrophy by augmenting NCX1-mediated mitochondrial calcium overload. *Cell Rep* 24:1639-52.
- Matsumoto J et al. (2018) Brain-derived neurotrophic factor improves limited exercise capacity in mice with heart failure. *Circulation* 138:2064-66.
- Ferreira JCB et al. (2019) A selective inhibitor of mitofusin 1- $\beta$ IIPKC association improves heart failure outcome in rats. *Nat Commun* 10:329.

## 老化研究領域

- Hütter E et al. (2007) Oxidative stress and mitochondrial impairment can be separated from lipofuscin accumulation in aged human skeletal muscle. *Aging Cell* 6:245-56.
- Hauptmann S et al. (2009) Mitochondrial dysfunction: An early event in Alzheimer pathology accumulates with age in AD transgenic mice. *Neurobiol Aging* 30:1574-86.
- Anderson EJ et al. (2009) Substrate-specific derangements in mitochondrial metabolism and redox balance in the atrium of the type 2 diabetic human heart. *J Am Coll Cardiol* 54:1891-8.
- Vinel C et al. (2018) The exerkin apelin reverses age-associated sarcopenia. *Nat Med* 24:1360-71.
- Wang Y et al. (2015) Mitochondrial function and lifespan of mice with controlled ubiquinone biosynthesis. *Nat Commun* 6:6393.
- Eisenberg T et al. (2016) Cardioprotection and lifespan extension by the natural polyamine spermidine. *Nat Med* 22:1428-38.
- Herholz M et al. (2019) KLF-1 orchestrates a xenobiotic detoxification program essential for longevity of mitochondrial mutants. *Nat Commun* 10:3323.

## 神経変性研究領域

- Calvo AC et al. (2008) Anabolic function of phenylalanine hydroxylase in *Caenorhabditis elegans*. *FASEB J* 22:3046-58.
- Gellerich FN et al. (2008) Impaired regulation of brain mitochondria by extramitochondrial Ca<sup>2+</sup> in transgenic huntington disease rats. *J Biol Chem* 283:30715-24.
- Rhein V et al. (2009) Amyloid-beta leads to impaired cellular respiration, energy production and mitochondrial electron chain complex activities in human neuroblastoma cells. *Cell Mol Neurobiol* 29:1063-71.
- Cassereau J et al. (2009) Mitochondrial Complex I deficiency in GDAP1-related autosomal dominant Charcot-Marie-Tooth disease (CMT2K). *Neurogenetics* 10:145-50.
- Viader A et al. (2011) Schwann cell mitochondrial metabolism supports long-term axonal survival and peripheral nerve function. *J Neurosci* 31:10128-40.
- Eckert SH et al. (2012) Dimebon ameliorates Amyloid- $\beta$  induced impairments of mitochondrial form and function. *J Alzheimers Dis* 31:21-32.
- Yano H et al. (2014) Inhibition of mitochondrial protein import by mutant huntingtin. *Nature Neurosci* 17:822-31.
- Fourcade S et al. (2017) Loss of SIRT2 leads to axonal degeneration and locomotor disability associated with redox and energy imbalance. *Aging Cell* 16:1404-13.
- Angebault C et al. (2018) ER-mitochondria cross-talk is regulated by the Ca<sup>2+</sup> sensor NCS1 and is impaired in Wolfram syndrome. *Sci Signal* 11:eaag1380.
- Ignatenko O et al. (2018) Loss of mtDNA activates astrocytes and leads to spongiform encephalopathy. *Nat Commun* 9:70.
- Spinazzi M et al. (2019) PARL deficiency in mouse causes Complex III defects, coenzyme Q depletion, and Leigh-like syndrome. *Proc Natl Acad Sci USA* 116:277-86.

## 免疫学領域

- Crawford JH et al. (2006) Hypoxia, red blood cells, and nitrite regulate NO-dependent hypoxic vasodilation. *Blood* 107:566-74.
- Benavides GA et al. (2007) Hydrogen sulfide mediates the vasoactivity of garlic. *Proc Natl Acad Sci USA* 104:17977-82.
- Eberhart K et al. (2009) Low doses of 2-deoxy-glucose sensitize acute lymphoblastic leukemia cells to glucocorticoid-induced apoptosis. *Leukemia* 23:2167-70.
- Cheng SC et al. (2014) mTOR- and HIF-1  $\alpha$  -mediated aerobic glycolysis as metabolic basis for trained immunity. *Science* 345:1250684.
- Schmidl C et al. (2014) Transcription and enhancer profiling in human monocyte subsets. *Blood* 123:e90-9.
- Venter G et al. (2015) Glycolytic metabolism is differentially coupled to proliferative potential and morphodynamic capacity in RAW 264.7 and MafB/C-Maf deficient macrophage lineages. *J Clin Cell Immunol* 6:1-11.
- Cheng SC et al. (2016) Broad defects in the energy metabolism of leukocytes underlie immunoparalysis in sepsis. *Nat Immunol* 17:406-13.
- Cronin SJF et al. (2018) The metabolite BH4 controls T cell proliferation in autoimmunity and cancer. *Nature* 563:564-68.

## 幹細胞学領域

- Wang W et al. (2010) Mitochondrial DNA integrity is essential for mitochondrial maturation during differentiation of neural stem cells. *Stem Cells* 28:2195-204.
- Kelly RD et al. (2013) Mitochondrial DNA haplotypes define gene expression patterns in pluripotent and differentiating embryonic stem cells. *Stem Cells* 31:703-16.
- Freitas-Correa L et al. (2013) 2,4-Dinitrophenol induces neural differentiation of murine embryonic stem cells. *Stem Cell Res* 11:1407-16.
- De Sousa M et al. (2014) p107 is a crucial regulator for determining the adipocyte lineage fate choices of stem cells. *Stem Cells* 32:1323-36.
- D'Aprile A et al. (2014) Hematopoietic stem/progenitor cells express myoglobin and neuroglobin: adaptation to hypoxia or prevention from oxidative stress? *Stem Cells* 32:1267-77.
- Beiral HJ et al. (2014) The impact of stem cells on electron fluxes, proton translocation and ATP synthesis in kidney mitochondria after ischemia/reperfusion. *Cell Transplant* 23:207-20.
- Johnson J et al. (2016) Deletion of the complex I subunit NDUFS4 adversely modulates cellular differentiation. *Stem Cells Dev* 25:239-50.
- Drehmer DL et al. (2016) Metabolic switches during the first steps of adipogenic stem cells differentiation. *Stem Cell Res* 17:413-421.
- Ounpuu L et al. (2017) 2102Ep embryonal carcinoma cells have compromised respiration and shifted bioenergetic profile distinct from H9 human embryonic stem cells. *Biochim Biophys Acta* 1861:2146-54.



## 仕様

酸素シグナル	
無酸素時のノイズ	<±0.02µM (SD, 温度 37度, 0.2秒間隔 100データポイント記録) /スムージングなし (±0.005µM 通常)
大気飽和によるノイズ	<±0.1µM O <sub>2</sub> (SD, 温度 37度, 0.2秒間隔 100データポイント記録) /スムージングなし 180µM O <sub>2</sub> (±0.005µM 通常)
O <sub>2</sub> 直線性レンジ	0-100 µM
時間定数	<4秒 37°C (<3秒通常)
酸素フラックス, JO <sub>2</sub> , V [pmol.s <sup>-1</sup> .ml <sup>-1</sup> ]	
検出限界	フラックス変化 0.5 (5分以上の定常状態にて)
分解能(正常酸素)	<1 (5分以上, 20~40°Cの定常状態にて)
分解能(高酸素)	<3 (5分以上, 20~40°Cの定常状態にて)
ノイズ	<0.2 (標準スムージング 120秒後)
酸素レンジ	500µM O <sub>2</sub> までのフラックス測定 および <0.1µM ※DatLabを用いた酸素カインティックス解析(ミトコンドリア及び細胞)による
全酸素範囲における直線性校正に関する機器バックグラウンド [pmol.s <sup>-1</sup> .ml <sup>-1</sup> ]	
O <sub>2</sub> 後方拡散(0µM)	<3, 20-40°C (2.5通常)
O <sub>2</sub> 消費量(200µM)	<4, 37°C (3通常); <3, 25°C (2通常)
システム動作環境	
動作温度	4°C~47°C (継続的モニター)
温度安定性	±0.002°C
サイズ/重量	310mm(W)×450mm(D)×250mm(H) / 13.5kg(メインユニット)
推奨 PC	OS Windows XP, CPU Intel-Core-2以上, メモリー 2GB RAM あるいは Windows10&SS, CPU Intel i5以上, メモリー 4GB RAM
解析ソフトウェア DatLab	
選択された O <sub>2</sub> k マルチセンサー全てのチャンネルに関して O <sub>2</sub> 濃度および O <sub>2</sub> フラックス (負の勾配または時間微分)を同時ディスプレイ(生データ, 校正された信号および時間微分), O <sub>2</sub> 気圧校正, 温度安定性制御 / O <sub>2</sub> および O <sub>2</sub> k マルチセンサーチャンネルの自動校正, ミトコンドリア機能を探索するためのシングルアッセイを含む SUIT (Substrait-Uncoupler-Inhibitor titration) プロトコル診断および機器の品質制御テストを介したリアルタイムガイド, 低逆拡散: 酸素呼吸量の自動バックグラウンド補正/自動酸素校正用途の温度/気圧連続記録	

## 主な用途

### ミトコンドリア生理学

ミトコンドリア薬, 運動生理学, 薬理学, 毒物学, mt- 生物発生, mt- 密度, 遺伝的ノックアウト, 過剰発現

### 病理学的状態

高齢化, アルツハイマー病, 自閉症, 癌, 心臓血管, COPD, 糖尿病, 感染症, ミオパシー, 神経変性, 肥満, パーキンソン病, 敗血症

### ストレス条件

細胞死, 凍結保存, 低酸素症, 虚血, 再灌流, 酸化ストレス, 浸透性遷移, 体温, 低体温, 高体温

### 生物学

人間, 豚, 馬, 牛, 猫, 犬, ウサギ, マウス, ラット, モルモット, その他の哺乳動物

### モデル生物

ゼブラフィッシュ, ショウジョウバエ, 線虫, 酵母など

### 非哺乳動物

両生類, 魚類, 植物, 菌類, 藻類

### 筋肉, 脳, 皮

脂肪 (脂肪組織), 生殖器, 心臓, 腎臓, 肝臓, 肺

### 細胞種

血球系, 内皮, 上皮, 中皮細胞, 線維芽細胞, 臍島細胞, 臍臓, 胸腺, 血小板, 幹細胞

### 培養細胞

CHO, HEK, HeLa, 神経芽腫, HUVEC, マクロファージ由来細胞株, 他の細胞および細胞株

### プレパレーション

インタクトサンプル, 透過性処理細胞, 透過性処理組織, ホモジネート, 単離ミトコンドリア, 葉緑体

## オーダーガイド

型番	備考	商品コード	価格
基本システム			
O2k-FluoRespirometer	高分解能蛍光測定, ソフトウェア, パソコン付属	10002-02	¥17,700,000
Startup O2k-Respirometer	高分解呼吸測定, ソフトウェア, パソコン付属	10022-02	¥10,020,000
オプション・追加モジュール			
Power O2k-FluoRespirometer	Orobosサービスツールは含まず	10003-02	¥15,300,000
Power O2k-Respirometer	Orobosサービスツールは含まず	10023-02	¥8,270,000
システムアップグレード	O2k-RespirometerをO2k-FluoRespirometerへ (TIP2kは付属しません)	12100-03	¥5,400,000
TIP2k モジュール	滴定用マイクロポンプモジュール	11100-03	¥1,800,000
O2k-Fluo LED2 モジュール	LEDユニットオプション, O2k シリーズ D~G対応	12100-02	¥4,430,000
O2k-TTP+ ISE モジュール	電位差式イオン選択電極	12300-03	¥1,500,000
O2k-pH ISE モジュール	pH測定電極	12400-02	¥920,000
O2k-NO Amp モジュール	マルチストッパー (NO, H <sub>2</sub> S, H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	12500-02	¥580,000

※製品の仕様や寸法などは、予告なく変更することがありますのでご了承ください。

日本総代理店

### ベルトールドジャパン株式会社

□ 東京本社  
〒111-0052 東京都台東区柳橋1-26-6 サンブリッジビル2階  
Tel : 03-5825-3557 Fax : 03-5825-3558

□ 大阪営業所  
〒532-0004 大阪市淀川区西宮原1-4-25 NLC新大阪12号館4階  
Tel : 06-6393-5551 Fax : 06-6393-3331

<http://www.berthold-jp.com>

販売店