

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 6月 5日現在

機関番号：13901

研究種目：特定領域研究

研究期間：2007 ～ 2011

課題番号：19058005

研究課題名（和文）

酵母ミトコンドリア・小胞体タンパク質の機能発現・秩序維持システムの解明

研究課題名（英文）

Elucidation of the yeast systems that achieve and maintain functions and organizations of mitochondrial and ER proteins

研究代表者

遠藤 斗志也 (ENDO TOSHIYA)

名古屋大学・理学研究科・教授

研究者番号：70152014

研究成果の概要（和文）：酵母細胞内でミトコンドリア内にタンパク質を輸送するトランスロケータについて、トランスロケータ間の協調、膜透過の駆動力の解明、プレ配列内のトランスロケータによる認識シグナルの役割、トランスロケータ内のサブユニット間相互作用のマッピング、βバレル膜タンパク質アセンブリーの機構などを明らかにした。小胞体内の品質管理機構について Mnl1 と PDI の相互作用の意義、Yos9 による異常タンパク質を留めおく仕組み、植物の有性生殖における Hsp70 の役割を解明した。

研究成果の概要（英文）：We have revealed the mechanisms of various aspects of protein transport into mitochondria, including cooperation of translocators, driving force for protein translocation, roles of multiple targeting signals in the presequence, mapping of subunit arrangements in the translocator complex, assembly of β-barrel proteins etc. We have also revealed the mechanisms of protein quality control in the ER, including roles of interactions between Mnl1 and PDI, ER retention of aberrant proteins by Yos9, roles of Hsp70 in plant sexual reproduction etc.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	39,600,000	0	39,600,000
2008年度	39,600,000	0	39,600,000
2009年度	51,600,000	0	51,600,000
2010年度	49,200,000	0	49,200,000
2011年度	39,600,000	0	39,600,000
総計	219,600,000	0	219,600,000

研究分野：生物系

科研費の分科・細目：なし

キーワード：ミトコンドリア，酵母，トランスロケータ，小胞体，膜透過，品質管理

1. 研究開始当初の背景 細胞内のタンパク質は生体膜で仕切られた区画（オルガネラ）に集合して半自律的システムをつくり、複雑な細胞機能を分散管理している。細胞にはこうしたタンパク質群の移動や集合を実現する機能発現システムと、その機能を監視し正常に維持する秩序維持システムが存在することがわかってきた。

2. 研究の目的 タンパク質の機能発現システムとしてミトコンドリアのタンパク質配送システムを、秩序維持システムとして小胞体の異常タンパク質処理システムをとりあげ、その全体像と作動機構の解明を目指した。酵母ミトコンドリアのタンパク質の配送に冠して、トランスロケータの機能を解析し、構造決定もめざした。酵母・植物小胞体の異

常タンパク質処理について、シャペロンや ERAD 因子に注目してその役割を解明した。

3. 研究の方法 モデル真核生物として出芽酵母を用いて、生化学、遺伝学（逆遺伝学）、細胞生物学的手法を駆使すると共に、NMR および X 線構造解析、*in vivo* 部位特異的光架橋などの構造生物学的手法も併用して、構造情報に基づいた議論を展開する。

#### 4. 研究成果

(1) *in vivo* 部位特異的光架橋によるサブユニット間相互作用の解析 外膜膜透過装置 TOM40 複合体構成因子 Tom22 と他のサブユニットとの相互作用を *in vivo* 部位特異的光架橋で、アミノ酸残基レベルの空間分解能で解析した。すなわち酵母細胞内で外膜のトランスロケータ TOM40 複合体のサブユニット Tom22 の様々な位置に光架橋性非天然アミノ酸 BPA を導入し、UV 照射で酵母細胞内で架橋反応を行った。Tom22 はサイトゾル側では他の受容体 Tom20, Tom70 と相互作用し、膜内ではチャンネル因子 Tom40 二分子と相互作用し、膜間部側では内膜のトランスロケータ TIM23 複合体サブユニット Tim50 と相互作用することが明らかになった。

(2) ペプチドスキャンによる外膜タンパク質アセンブリー過程の解析 外膜のβバレル型膜タンパク質がどのようにトランスロケータ/サブユニット間を受け渡されて外膜に組み込まれるのか、特に各トランスロケータ/サブユニットによる認識機構を明らかにするために、Tom40, ポリンを基質としてとりあげ、全長にわたるペプチドスキャン解析、すなわちセルロース膜上に3残基ずつずらして合成した13残基のペプチドライブラリを作成し、外膜トランスロケータ SAM 複合体の Sam50 の POTRA ドメインが特異的に結合することを見いだした。

(3) トランスロケータのモーター機能の解明 ミトコンドリア内膜を通過するタンパク質の引き込みとアンフォールディングのモーターとして機能する mHsp70 のインポートモーターとしてのステップサイズの測定を行った。ステップサイズは基質タンパク質により異なり、mHsp70 の分子サイズよりもはるかに大きいケースもあった、以上の結果はブラウニアンラチェットモデルを支持し、長年の論争に最終決着をつけるものである。

(4) ミトコンドリア膜間部でジスルフィド結合を導入する Tim40 の結晶構造の決定 ミトコンドリア膜間部のタンパク質にジスルフィド結合を導入する Tim40 コアドメインについて、MBP との融合タンパク質として結晶化、X線構造を決定した。Tim40 の三つのジスルフィド結合のうち一つが露出度が高く、基質へのジスルフィド結合導入に直接関与すると

考えられた。MBP とのリンカー部分は Tim40 の疎水性領域にヘリックス構造をつくって結合しており、基質-Tim40 相互作用を反映しているものと考えられた。Tim40 上の基質結合部位として同定した疎水性領域の疎水性アミノ酸の重要性をアミノ酸置換で証明した。また基質結合部位の変異に伴う Tim40 の機能欠損は Tim40 に酸化力を提供するパートナータンパク質 Erv1 の過剰発現により抑制され、Erv1 の新機能が示唆された。

(5) ミトコンドリア内膜トランスロケータ TIM23 複合体の作動機構の解明 ミトコンドリア内膜膜透過装置 TIM23 複合体のサブユニットである Tim23 と Tim50 が、その膜間部ドメインの相互作用を介して、外膜から内膜へのタンパク質の受け渡しの効率を上げると共に、内膜通過に必要なマトリックスのモータータンパク質群の活性化のスイッチを入れることができることを見いだした。

(6) βバレル膜タンパク質の外膜への組込みにおける Mdm10 の役割の解明 Tom40 などβバレル膜タンパク質のアセンブリーを担う TOB 複合体のサブユニット Mdm10 は、TOB 複合体に入った Tom40 の解離を特異的に促進する因子であることを明らかにした。Mdm10 は他のサブユニットとのアセンブリーが出来るまで Tom40 を TOB 複合体に留める働きがあるものと考えられた。

(7) βバレル膜タンパク質の外膜への組込みにおける Tom7 の役割の解明 Tom40 などβバレル膜タンパク質のアセンブリーを担う TOB 複合体のサブユニット Mdm10 は、TOB 複合体に入った新生 Tom40 の解離を特異的に促進する。TOM40 複合体のサブユニット Tom7 は一部が Mdm10 と会合し、Mdm10 の TOB 複合体への結合を阻害する働きがあることを見出した。Tom7 は TOM40 複合体の他のサブユニットが不足している間は、新規合成された Tom40 が TOB 複合体から Mdm10 によって放出されるのを防ぎ、TOB 複合体に留める働きがあるものと考えられた。

(8) TIM23 複合体メンテナンス因子 Tam41 のマルチコピーサブレッサー Art5 の機能の解明 Tam41 の欠損株のマルチコピーサブレッサーとして Art5 を同定した。Tam41 が欠失するとミトコンドリア内膜のカルジオリピンが低下するが、Art5 はカルジオリピン量を回復する代わりに、他の酸性リン脂質量を増加させることで TIM23 複合体の機能回復を促したと考えられた。

(9) プレ配列中にミトコンドリア行きシグナルが二つあることの意義を解明 ミトコンドリアタンパク質前駆体の長いプレ配列には、ミトコンドリア受容体 Tom20 が認識するミトコンドリア行きシグナルを二つ持つものがあることを発見した。一番目のシグナルが Tom20 に認識されることで前駆体はミトコン

ドリアに入ることができ、二番目のシグナルがTom20に認識されると、前駆体の外膜通過の効率が上昇することを見出した。

(10) 動作中の TOM40 複合体のスナップショット 部位特異的光架橋法により、ミトコンドリア外膜のトランスロケータ TOM40 複合体の各サブユニットの配置マッピングを行った。さらに前駆体を TOM40 複合体に膜透過中間体として蓄積させ、Tom22, Tom20, Tim50 の相互作用マッピングのパターンがどのように変化するかを解析し、動作中の TOM40 複合体の各サブユニットがプレ配列を認識し、内膜トランスロケータに引き渡す仕組みを明らかにした。

(11) Tam41 はカルジオリピン合成の必須酵素 カルジオリピン合成経路の鍵となる CDP-DAG 合成酵素について、これまで小胞体膜に存在する Cds1 がミトコンドリア内膜でも働くと言われてきたが、Cds1 ではなく当研究室で発見した Tam41 がミトコンドリア内膜の CDP-DAG 合成酵素であることを見いだした。カルジオリピン合成経路の最後のミッシングリンクの同定といえる。

(12) 小胞体品質管理における Mnl1p-PDI 複合体の役割の解明 研究代表者らが発見した酵母小胞体 Mnl1p と相互作用する因子として、ジスルフィドイソメラーゼ (PDI) を同定した。PDI は Mnl1p の C 端ドメインに結合して、機能に必須の N 端ドメインへの適切なジスルフィド結合導入を促進するが、ジスルフィド結合が形成された後も Mnl1p と相互作用し続ける。PDI は従来は小胞体内では酸化型になっていると言われていたが、還元型も存在することを見いだした。したがって PDI は異常タンパク質を Mnl1p が認識すると異常タンパク質のジスルフィド結合を還元切断する、シャペロンとして可溶性に保つ、などの働きをすることで異常タンパク質の分解に貢献することが考えられる。

(13) 小胞体の BiP が植物の優性生殖における核融合を制御することを発見 モデル植物シロイヌナズナで、小胞体内腔 Hsp70 の BiP を欠損すると植物の有性生殖過程における核融合のひとつである極核融合がおこらなくなることを見いだした。さらに、受精後の胚乳核の分裂制御に、BiP が関わる極核の融合が必要であることも見いだした。

(14) ノンストップミトコンドリアタンパク質の品質管理 ミトコンドリアタンパク質の mRNA から終止コドンが失われると、生ずるノンタンパク質はリボソームだけでなく、ミトコンドリアのトランスロケータの孔も詰まらせてしまう。Dom34/Hbs1 ができかけのタンパク質をストールしたリボソームから強制的にミトコンドリア内に吐き出させ、孔詰まりを解消させることを見いだした。

(15) 異常タンパク質の ER 残留機構の解析

正常な液胞タンパク質 CPY とその異常変異体 CPY\* を直列に繋いだ 4 種の融合タンパク質をつくり、従来困難だった ERAD とその前段階としての ER 残留のステップを区別することに成功した。異常タンパク質の ER 残留量を定量的に解析することで、ER 残留には Yos9 と Hrd1 が必要であること、ERAD に必要な異常タンパク質の目印としての糖鎖シグナルは不要であることを見いだした。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 35 件) (すべて査読有り)

1. Y. Tamura, O. Onguka, K. Itoh, T. Endo, M. Iijima, S. M. Claypool, H. Sesaki (2012) Phosphatidylethanolamine biogenesis in mitochondria: phosphatidylserine (PS) trafficking is independent of a PS decarboxylase and intermembrane space proteins, Ups1p and Ups2p. *J. Biol. Chem.* 287, 43961-43971. doi: 10.1074/jbc.M112.390997
2. T. Shiota, M. Maruyama, M. Miura, Y. Tamura, K. Yamano, M. Esaki, and T. Endo (2012) The Tom40 assembly process probed using the attachment of different intra-mitochondrial sorting signals. *Mol. Biol. Cell* 23, 3936-3947. doi: 10.1016/j.celrep.2012.08.010
3. T. Izawa, T. Tsuboi, K. Kuroha, T. Inada, S. Nishikawa, and T. Endo (2012) Role of Dom34:Hbs1 in non-stop protein clearance for normal organelle protein influx. *Cell Reports* 2, 447-453. doi: 10.1016/j.celrep.2012.08.010
4. T. Izawa, H. Nagai, T. Endo, and S. Nishikawa (2012) Yos9p and Hrd1p mediate ER retention of misfolded proteins for ER-associated degradation. *Mol. Biol. Cell* 23, 1283-1293. doi: 10.1091/mbc.E11-08-0722
5. T. Shiota, H. Mabuchi, S. Tanaka-Yamano, K. Yamano, and T. Endo (2011) *In vivo* protein-interaction mapping of a mitochondrial translocator protein Tom22 at work. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 108, 15179-15183. doi: 10.1073/pnas.1105921108
6. T. Endo, K. Yamano, and S. Kawano (2011) Structural insight into the mitochondrial protein import system. *Biochim. Biophys. Acta (Biomembranes)* 1808, 955-970. doi: 10.1016/j.bbammem.2010.07.018.
7. T. Endo, S. Kawano, and K. Yamano (2011) BamE structure: the assembly of  $\beta$ -barrel proteins in the outer membranes of bacteria and mitochondria. *EMBO Rep.* (hot off the

- press) 12, 94-95. doi: 10.1038/embor.2010.217.
8. S.C. Botelho, M. Osterberg, A.S. Reichert, K. Yamano, P. Bjorkholm, T. Endo, G. von Heijne, and H. Kim (2011) TIM23-mediated insertion of transmembrane  $\alpha$ -helices into the mitochondrial inner membrane. *EMBO J.* 30, 1003-1011 (2011) doi: 10.1038/emboj.2011.29.
  9. H. Yamamoto, N. Itoh, S. Kawano, Y. Yatsukawa, T. Momose, T. Makio, M. Matsunaga, M. Yokota, M. Esaki, T. Shodai, D. Kohda, A.E.A. Hobbs, R.E. Jensen, and T. Endo (2011) Dual role of the receptor Tom20 in specificity and efficiency of protein import into mitochondria. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 108, 91-96. doi: 10.1073/pnas.1014918108.
  10. K. Yamano, S. Tanaka-Yamano, and T. Endo (2010) Tom7 regulates Mdm10-mediated assembly of the mitochondrial import channel protein Tom40. *J. Biol. Chem.* 285, 41222-41231. doi: 10.1074/jbc.M110.163238.
  11. T. Mori, C. Ogasawara, T. Inada, M. Englert, H. Beier, M. Takezawa, T. Endo, and T. Yoshihisa (2010) Dual functions of yeast tRNA ligase in the unfolded protein response: unconventional cytoplasmic splicing of HAC1 pre-mRNA is not sufficient to release translational attenuation. *Mol. Biol. Cell* 21, 3722-3734.
  12. T. Endo, K. Yamano, and T. Yoshihisa (2010) Mitochondrial matrix reloaded with RNA. *Cell (Preview)* 142, 362-363. doi: 10.1016/j.cell.2010.07.024.
  13. T. Endo, K. Yamano, and S. Kawano (2010) Structural basis for the disulfide relay system in the mitochondrial intermembrane space. *Antioxid. Redox Signal.* 13, 1359-1373.
  14. M. Ruprecht, T. Bionda, T. Sato, M.S. Sommer, T. Endo, and E. Schleiff (2010) On the impact of precursor unfolding during protein import into chloroplasts. *Mol. Plant* 3, 499-508. doi: 10.1093/mp/ssp116.
  15. M. Yamamoto, M. Kawanabe, Y. Hayashi, T. Endo, and S. Nishikawa (2010) A vacuolar carboxypeptidase mutant of *Arabidopsis thaliana* is degraded by the ERAD pathway independently of its N-glycan. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 393, 384-389 (2010) doi: 10.1016/j.bbrc.2010.02.001.
  16. K. Yagawa, K. Yamano, T. Oguro, M. Maeda, T. Sato, T. Momose, S. Kawano, and T. Endo (2010) Structural basis for unfolding pathway-dependent stability of proteins: vectorial unfolding vs. global unfolding. *Protein Science* 19, 693-702. doi: 10.1002/pro.346.
  17. Y. Harada, Y. Tamura, and T. Endo (2010) Identification of yeast Art5 as a multicopy suppressor for the mitochondrial translocator maintenance protein Tam41. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 392, 228-233. doi: 10.1016/j.bbrc.2010.01.024.
  18. K. Yamano, S. Tanaka-Yamano, and T. Endo (2010) Mdm10 as a dynamic constituent of the TOB/SAM complex directs coordinated assembly of Tom40. *EMBO Rep.* 11, 187-193. doi: 10.1038/embor.2009.283.
  19. D. Maruyama, T. Endo, and S. Nishikawa (2010) Bip-mediated polar nuclei fusion is essential for the regulation of endosperm nuclei proliferation in *Arabidopsis thaliana*. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 107, 1684-1689. doi: 10.1073/pnas.0905795107.
  20. T. Endo and K. Yamano (2010) Transport of proteins across or into the mitochondrial outer membrane. *Biochim. Biophys. Acta (Molecular Cell Research)* 1803, 706-714. doi: 10.1016/j.bbamer.2009.11.007.
  21. H. Yamamoto, K. Fukui, H. Takahashi, S. Kitamura, T. Shiota, K. Terao, M. Uchida, M. Esaki, S. Nishikawa, T. Yoshihisa, K. Yamano, and T. Endo (2009) Roles of TOM70 in import of presequence-containing mitochondrial proteins. *J. Biol. Chem.* 284, 31635-31646. doi: 10.1074/jbc.M109.041756.
  22. S. Kawano, K. Yamano, M. Naoe, T. Momose, K. Terao, S. Nishikawa, N. Watanabe, and T. Endo (2009) Structural basis of yeast Tim40 as an oxidative translocator in the mitochondrial intermembrane space. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 106, 14403-14407. doi: 10.1073/pnas.0901793106.
  23. T. Endo and K. Yamano (2009) Multiple pathways for mitochondrial protein traffic. *Biol. Chem.* 390, 723-730. doi: 10.1515/BC.2009.087.
  24. Y. Tamura, T. Endo, M. Iijima, and H. Sesaki (2009) Ups1p and Ups2p antagonistically regulate cardiolipin metabolism in mitochondria. *J. Cell Biol.* 185, 1029-1045. doi: 10.1083/jcb.200812018.
  25. M. Sakoh-Nakatogawa, S. Nishikawa, and T. Endo (2009) Roles of protein disulfide isomerase-mediated disulfide bond formation of yeast Mnl1p in ER-associated degradation. *J. Biol. Chem.* 284, 11815-11825. doi: 10.1074/jbc.M900813200.
  26. Y. Tamura, Y. Harada, T. Shiota, K. Yamano, K. Watanabe, M. Yokota, H. Yamamoto, H. Sesaki, and T. Endo (2009) Tim23-Tim50 pair coordinates functions of translocators and motor proteins in mitochondrial protein

- import. *J. Cell Biol.* 184, 129-141. doi: 10.1083/jcb.200808068.
27. T. Oguro, K. Yagawa, T. Momose, T. Sato, K. Yamano, and T. Endo (2009) Structural stabilities of different regions of the titin I27 domain contribute differently to unfolding upon mitochondrial protein import. *J. Mol. Biol.* 385, 811-819. doi: 10.1016/j.jmb.2008.10.076.
  28. S. Nishikawa, A. Hirata, and T. Endo (2008) Nuclear inner membrane fusion facilitated by yeast Jem1p is required for spindle pole body fusion but not for the first mitotic nuclear division during yeast mating. *Genes Cells*, 13, 1185-1195. doi: 10.1111/j.1365-2443.2008.01236.x.
  29. M. Yamamoto, D. Maruyama, T. Endo, and S. Nishikawa (2008) *Arabidopsis thaliana* has a set of J proteins in the endoplasmic reticulum that are conserved from yeast to animals and plants. *Plant Cell Physiol.* 49, 1547-1562. doi: 10.1093/pcp/pcn119.
  30. K. Yamano, M. Kuroyanagi-Hasegawa, M. Esaki, M. Yokota, and T. Endo (2008) Step size analyses of the mitochondrial Hsp70 import motor reveal the Brownian ratchet in operation. *J. Biol. Chem.* 283, 27325- 27332. doi: 10.1074/jbc.M805249200.
  31. K. Yamano, Y. Yatsukawa, M. Esaki, A. E. A Hobbs, R. E. Jensen, and T. Endo (2008) Tom20 and Tom22 share the common signal recognition pathway in mitochondrial protein import. *J. Biol. Chem.* 283, 3799-3807.
  32. T. Makio, S. Nishikawa, T. Nakayama, H. Nagai, and T. Endo (2008) Identification and characterization of a Jem1p ortholog of *Candida albicans*: dissection of Jem1p functions in karyogamy and protein quality control in *Saccharomyces cerevisiae*. *Genes Cells*, 13, 1015-1026. doi: 10.1111/j.1365-2443.2008.01223.x.
  33. T. Saitoh, M. Igura, T. Obita, T. Ose, R. Kojima, K. Maenaka, T. Endo, and D. Kohda (2007) Tom20 recognizes mitochondrial presequences through dynamic equilibrium among multiple bound states. *EMBO J.* 26, 4777-4787.
  34. T. Momose, C. Ohshima, M. Maeda, T. Endo (2007) Structural basis of functional cooperation of Tim15/Zim17 with yeast mitochondrial Hsp70. *EMBO Rep.* 8, 664-670.
- [学会発表] (計 171 件)
1. Toshiya Endo, Organelle homeostasis research in Japan. Organelle Homeostasis Research Center: Workshop on Homeostasis Research. 2013.3.23, 福岡
  2. Toshiya Endo, New insight into mitochondrial biogenesis Organelle, Homeostasis Research Center: Kick-off Symposium, 2013.3.22, 福岡
  3. Toshiya Endo, New perspective on import and maintenance of mitochondrial proteins (Invited), SFB594 3rd International Symposium, Molecular Machines in Protein Folding and Translocation, Munich, 2012.7.23-25, Munich, Germany
  4. Toshiya Endo, Structural aspects of the dynamic mitochondrial import systems, Gordon Research Conference on Protein transport across cell membranes, 2012.3.11-16, Galveston, US
  5. Toshiya Endo, Assembly of the TOM40 translocator complex in the mitochondrial outer membrane (Invited) JST-Vinnova Joint Workshop at BiWO2011, 2012.1.25, Tokyo (CBRC)
  6. Toshiya Endo, Structural insight into mitochondrial protein traffic in the cell (invited lecture) Global COE International Symposium on Elucidation and Design of Materials, 2011.11.28-30, 名古屋
  7. Toshiya Endo, Structural insight into the dynamic mitochondrial protein import pathways (Invited lecture), EMBO Conference on protein transport systems structures, mechanisms, and medical aspects, 2011.4.16-20, Santa Margherita di Pula, Sardegna, Italy
  8. Toshiya Endo, Structural insight into mitochondrial protein import, GCOE/Structural Biology Research Center International Symposium: Protein structure and dynamics; from molecules to assembly, 2010.11.23-24, 名古屋
  9. Toshiya Endo, Molecular mechanisms of biogenesis of mitochondria, The 65th West Lake International Symposium of Zhejiang University (The Zhejiang University and Nagoya University Joint Symposium on Life Sciences), 2010.11.20, Hangzhou, China
  10. Toshiya Endo, Structural aspects of import and assembly of mitochondrial proteins, The 3rd International Symposium on Protein Community, 2010.9.13-16, 奈良
  11. Toshiya Endo, Import and assembly of mitochondrial proteins (invited), International Symposium Fifty Years of Biophysics Research at Nagoya University, 2010.3.12-14, 名古屋
  12. Toshiya Endo, New and old look of mitochondrial protein import, International Symposium Mitochondria and Friends,

- 2009.10.30, Munich
13. Toshiya Endo, Cooperation of translocators in mitochondrial protein traffic, The 4th International Congress on Stress Responses in Biology and Medicine, 2009.10.6-9, 札幌
  14. Toshiya Endo, Multiple and sophisticated pathways of mitochondrial protein traffic, Heidelberg Molecular Life sciences Conferences on Cellular Protein Transport, 2009.10.1-3, Heidelberg, Germany
  15. Toshiya Endo, Role of a chaperone Hsp70 in mitochondrial protein translocation and a folding enzyme PDI in the ER-associated degradation, 2009 International Symposium and Annual Meeting of The Korean Society for Microbiology and Biotechnology, 2009.6.25-26, Daejeon, Korea
  16. Toshiya Endo, From life of proteins to protein community (Invited lecture), International Conference "Protein Folding and Neurodegenerative Disease", 2009.4.6-7, 京都
  17. Toshiya Endo, Structural basis of molecular recognition in mitochondrial protein import, International Symposium on Molecular Soft Interactions in Biological Systems, 2009.1.22-23, Osaka
  18. Toshiya Endo, Coordinated functions of mitochondrial translocator proteins for protein translocation across and into the membranes, EMBO Conference on Control, Co-ordination and Regulation of Protein Targeting and Translocation, 2008.10.25-29, Saint Maxime, France
  19. Toshiya Endo, Control and alteration of protein traffic in the cell, The Uehara Memorial Foundaton Symposium "System Biology: The Challenge of Complexity", 2008.6.30-7.2, Tokyo
  20. Toshiya Endo, How protein import motors function in mitochondrial protein import, FASEB Summer Research Conference : Assembly of the Mitochondrial Respiratory Chain, 2007.8.5-10, Tucson, Arizona, USA
  21. Toshiya Endo, Pathways and machineries for mitochondrial protein import in yeast, XXII International Conference on Yeast Genetics and Molecular Biology, Symposium Compartmentation of Cellular Activities, 2007.7.1-6, Melbourne
  22. Toshiya Endo, Functional network of mitochondrial translocator complexes, Gordon Research Conference: Protein Transport Across Cell Membranes, 2007.6.10-15, Il Ciosso
  23. Toshiya Endo, Complex pathways and

machineries for mitochondrial protein import, International Symposium Molecular Machines in Protein Folding and Translocation, 2007.5.23-25, Munich

[図書] (計 5 件)

1. T. Endo (2009) Control and alteration of protein traffic in the cell. in Systems Biology - The Challenge of. Complexity (eds. S. Nakanishi, R. Kageyama, and D. Watanabe) pp129-134, Elsevier Science, Amsterdam

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

名称 :  
発明者 :  
権利者 :  
種類 :  
番号 :  
出願年月日 :  
国内外の別 :

○取得状況 (計 0 件)

名称 :  
発明者 :  
権利者 :  
種類 :  
番号 :  
取得年月日 :  
国内外の別 :

[その他]

ホームページ等

<http://biochem.chem.nagoya-u.ac.jp/index.html>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

遠藤 斗志也 (ENDO TOSHIYA)  
名古屋大学・大学院理学研究科・教授  
研究者番号 : 70152014

### (2) 研究分担者

西川 周一 (NISHIKAWA SHUH-ICHI)  
名古屋大学・大学院理学研究科・准教授  
研究者番号 : 10252222  
(H20-23: 連携研究者)

### (3) 連携研究者

吉久 徹 (YOSHIHIA TOHRU) H20-23  
名古屋大学・物質科学国際研究センター・  
准教授  
研究者番号 : 60212312