



Title	Topological Evolutionary Methods for the Reliable and Sustainable Internet
Author(s)	中田, 侑
Citation	大阪大学, 2015, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/52031
rights	
Note	やむを得ない事由があると学位審査研究科が承認したため、全文に代えてその内容の要約を公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

論文内容の要旨

氏 名 （ 中 田 侑 ）	
論文題名	Topological Evolutionary Methods for the Reliable and Sustainable Internet (持続可能性を有するインターネットのための高信頼トポロジー構築手法に関する研究)
論文内容の要旨 インターネットは世界最大のネットワークシステムの一つであり、大規模化し続けている。インターネット内に存在するAutonomous System (AS) やAS間のリンクの数は、インターネット内のトラフィック需要の増大とともに増加している。インターネット内のトラフィックは、インターネットの利用者の増加や、移動端末、ネットワークサービスの増加に伴い増大している。また、近年の動画コンテンツの高精細化やビッグデータ利活用が促進されている現状を踏まえ、今後もトラフィックは増大し続けると予想される。 インターネットは既に社会的かつ経済的インフラであり、今後もインフラとしての要件を満たし続けるために、インターネットは、将来のトラフィックを収容し続けられるように持続成長する必要がある。しかしながら、持続成長が可能なインターネットの実現には様々な課題が存在する。まず、インターネット内の通信需要の増大に伴う、一部のリンクへのトラフィックの集中を抑える必要がある。なぜなら、トラフィックが集中するリンクでは、急激な設備増強が必要となり、またそのリンクに隣接するASではルーターの冷却コストなどが増大するためである。さらに、トラフィックが集中するリンクのみに限らず、各ISPは自身のネットワークに流れるトラフィックの増加に応じて、設備増強をする必要がある。しかしながら、設備増強には費用が必要であるため、各ISPは、隣接するASとのトラフィック交換から設備増強に必要な費用を獲得する必要がある。また、将来のトラフィックを収容し続けるためのその他の課題として、AS間で交換されたトラフィックが安定的にAS内部の利用者まで届けられる必要がある。ただし、AS内部のネットワークでは、機器の故障や災害などが発生するため、障害に対する信頼性の高いネットワークが必要である。 そこで本博士論文では、まず、インターネットのトラフィック需要の増大に伴い、トラフィックが集中するリンクの特定と、そのようなリンクへのトラフィック集中が抑制されるような インターネットトポロジーの成長方針の提案を行う。次に、各ISPが流れるトラフィックの増大に応じて、他のASとのトラフィック交換から収入を獲得できるための、各ASのリンク構築相手選択ポリシーを提案する。最後に、障害に対する信頼性の高い、AS内部のルーターレベルトポロジーに必要な構造を特定する。これらの分析および提案により、現在のインターネットの成長では、将来のトラフィックの増大に対する持続成長の可能性において課題があることを示し、そして持続成長がより可能となる成長方針を明らかにする。	

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (中 田 侑)			
	(職)	氏 名	
論文審査担当者	主 査	教授	村田 正幸
	副 査	教授	渡辺 尚
	副 査	教授	長谷川 亨
	副 査	教授	東野 輝夫
	副 査	教授	松岡 茂登

論文審査の結果の要旨

インターネットに流れるトラヒックは、モバイル端末の多様化、動画像コンテンツの高精細化、ビッグデータ活用などにより、今後も増大することが予想される。またこれに伴い、インターネットを構成するAutonomous System (AS)が増加し続け、インターネットトポロジーは大規模化している。現在、インターネットは金融、医療、行政サービスなど、様々な分野で常に利用される社会インフラであるため、インターネットは、将来のトラヒックの増大を収容し続けられるような持続成長が必要である。本論文は、このよう持続成長が可能なインターネットの発展に向け、インターネットトポロジーに必要な構造、及びインターネットトポロジーの成長方針を示している。

本論文では、まず、インターネットに流れるトラヒックが増加するに従って、トポロジーの一部のリンクにトラヒックが集中することがない、インターネットトポロジーの成長方針について分析を行っている。現在のインターネットでは、インターネット全体の通信需要は年間約21%の割合で指数的に増大しており、また回線の容量は過去10年で100倍に増大しているが理論限界に近づきつつある。さらに、ルーターの消費電力は、20年後には現在の約11倍に増大し、トラヒックが急激に増大する箇所ではトラヒックの収容が困難となる。本研究では、トラヒックの集約を、インターネットトポロジーの階層的な構造から捉えることで、現在のインターネットの成長によるトラヒックの集中を抑える、インターネットトポロジーの成長方針を示している。この研究は、将来のインターネットトポロジーが目指すべき構造を示しており、インターネットが社会インフラとして将来のトラヒックに対して持続的であるために、不可欠な知見を示している。

また、インターネットが将来のトラヒックの増加に対して持続成長が可能であるためには、各ISPの設備増強が必要である。そのため、各ISPは自身のネットワークに流れるトラヒックに対して、収益を増加させる必要がある。ISPの収益は、ISPに隣接する他のASとのリンクに流れるトラヒックの量に依存し、ISPがリンクを構築するASによって大きく異なる。そこで本研究では、各ISPが設備増強に必要なネットワーク収益を獲得できるトポロジーの成長のためのリンク構築相手選択ポリシーを提案している。この研究の成果は、現在に至るまで個別のポリシーによりリンク構築を行ってきたISPに対して、インターネット全体の持続成長可能性の向上のために必要なリンク構築相手の選択指針を示したことである。この研究成果は、将来のトラヒックの増大に向けたインターネットの構造的な成長に向けて、各ISPが行うべきリンク構築の方針を示しており、有益であると認められる。

さらに、インターネットがネットワークユーザーに利用されるためには、AS間で交換されたトラヒックが、安定してネットワークユーザーまで転送される必要があり、そのために、AS内部に障害に対する信頼性の高いネットワークが必要である。本研究では、信頼性の高いルーターレベルトポロジーに必要な構造を、生物学の分野において信頼性が高いとされる転写因子ネットワークの知見を応用し示している。

以上のように、本論文に記載された研究は、インターネットが社会インフラとして、増大するトラヒックを今後も収容し続けられるように持続成長に必要であり、有益な研究成果をあげている。よって、博士（情報科学）の学位論文として価値のあるものと認める。