

北陸先端科学技術大学院大学 研究室レポート

JAISTAR

Japan Advanced Institute of Science and Technology, Announcement of Researchers

Knowledge
Science

知識科学研究科
林 研究室

ネットワーク生態学

科学技術のフロンティアを拓く

JAIST
JAPAN
ADVANCED INSTITUTE OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY
1990

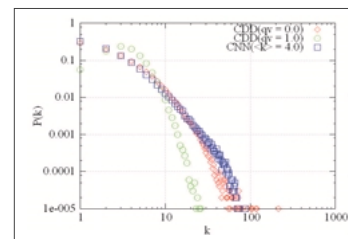
北陸先端科学技術大学院大学

北陸先端科学技術大学院大学

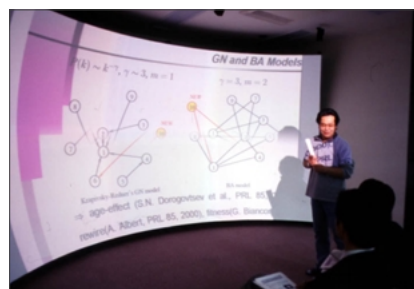
知識科学研究科 林 研究室

ネットワーク生態学。

経済、社会インフラ、生物のネットワークに潜む共通構造に着目する『ネットワーク生態学』。その先駆者である林助教授が社会システムや通信技術にブレークスルーをもたらす。



School of
Knowledge Science
Hayashi
Laboratory



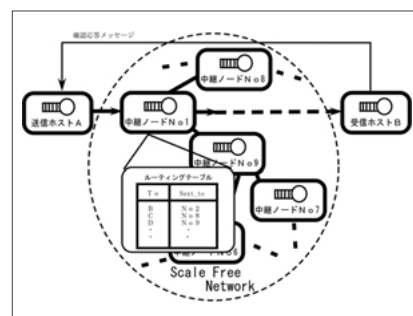
“小さな世界”を科学する

初めて会った人と話をしてみたら、知人の知人くらいを通じて接点があった、などという経験は誰しもあるだろう。われわれが想像する以上に世間は狭い。こうしたことが初めて科学的に分析されたのは1967年のことで、人々は平均6人の知人を介して結び付いていることが発見された。時代は飛んで98年には、インターネットの世界では任意の2つのホームページがわずか19回のリンクを介してつながっていることが発表された。こうしたネットワークは、ほぼ同数のリンクを持つ平等な構造ではなく、極少数のハブにリンクや情報が自律・自発的に集中して、より強大になるとともに、故障に強く効率的な通信ができるなどの特徴を持っている。

ネットワークを対象にする新領域

私たちの住む世界には、知人や企業間の社会的なつながりをはじめ、インターネットなどの情報インフラ、電力網などのライフライン、遺伝子や体内の分子生物学的なシステムなどさまざまな複雑なネットワークが

存在する。これらはまったく異なる要素から構成されているにも関わらず、“小さな世界”のような驚くべき共通の構造を持っている。近年、統計物理学者やWebサイエンスの研究者によって社会的、技術的、生物学的なネットワークがどのように構成されて機能しているのかが少しずつ明らかになり、新薬開発、分散ロボットやアドホック通信、大停電やコンピュータウィルスの蔓延防止、サイバテロへの対策などの技術課題に挑戦する新しい原理として、欧米ではすでに新たな研究分野として主要メディアでも取り上げられ、社会的関心も高い。日本でも最近こうした分野が脚光を浴びつつあり、2004年、(社)情報処理学会に『ネットワーク生態学研究グループ』が発足している。そのネットワーク科学の先駆者であり、研究グループの発起人のひとりとして名を連ねているのが林幸雄助教授である。



製作したシミュレータの概要

イベント駆動型の離散事象シミュレーション

- ・経路制御: OSPF
- ・パケット通信保証: TCP



ネットワークの 現実の問題を解く

「大停電や企業の連鎖倒産、災害時のネットワーク被害、インターネットのパケットの渋滞といった現象には非常に似通った原因があります。それらはどんな場合にどの程度の規模で、被害を回避するためにはどう考えたらいいかを検討しています」という林助教授。研究室はコンピュータネットワークをはじめライフラインの設計やウイルス拡散防止、インターネットの渋滞、停電のメカニズムなど、現実にある個々のネットワークの課題に取り組んでいる。

「重要なのは、個々の要素や部品の設計よりも、それらのつながりや高い性能（能力）を持つ箇所での配置である」という。

世界的な脅威となっているコンピュータウイルス。ハッカーがでたらめに攻撃してもそれほど影響がないが、ハブが集中攻撃されるとばらばらに分断されてしまう。これを逆に考えればハブを免疫化すれば被害は広がらない。ネットワークが持つ二面性に目を向ければ、ウイルスの被害の拡大を予測し防ぐための手段が見えてくる。

停電のメカニズムについては電力供給システムのモデルを構築している。発電所や変電所などの主要システムがダウンした場合にも、太陽光発電等が約3割の家庭に普及していれば、分散電源を分配することで全家庭の約5割を助けることができるとのシミュレーション結果も得ている。

また近年、企業内においてコミュニケーション能力が高く評価されるようになっているが、これも人と人のつながり、ネットワークとして理解することができる。林助教授は社内の誰がコミュニケーションの中心にいるのか、企業を交えてソーシャル・キャピタルに関する研究を行っている。

興味深いところではうわさや口コミも研究対象としている。研究室ではインターネットのようなネットワークでは、平均して5本のリンクを持てば全体の9割以上に情報が広がること、また情報が広がるまでの時間はネットワークの規模に依存しないことをシミュレーションにより明らかにしている。もし各人が5人以上に口コミで話を伝えていけば、その広告効果は絶大だ。

安心・安全な社会 システム構築を目指して

社会インフラ技術は効率化に重点を置いて構築されてきた。また経済活動では過度な競争が目立つ。しかし今後は多少ムダを入れても安全で安心な社会システムを構築する方向に進む必要があるという。

「個々の成果をあげることはもちろん重要ですが、ネットワーク研究が目指すところは情報や物資を必要とところに必要だけ届く仕組みや、予期しない災害やサイバーテロなどにも耐えうる自律分散システムを実現することではないでしょうか」と林助教授は語る。この分野はポスト複雑系とも呼ばれ、コンピュータ技術・統計物理・Web科学・グラフアルゴリズム・社会分析など、さまざまな領域の若い研究者が競い合っている。



Research Interests

北陸先端科学技術大学院大学 知識科学研究科

助教授 林 幸雄

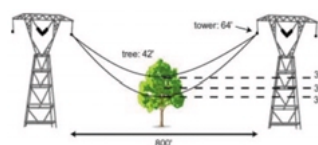
Associate Professor Yukio Hayashi

林研究室 知識科学棟III TEL:0761-51-1736 FAX:0761-51-1149
http://ds9.jaist.ac.jp:8080/
E-mail yhayashi@jaist.ac.jp

主な研究テーマ

1) 自律成長するScale-freeネットワーク生態系の解明

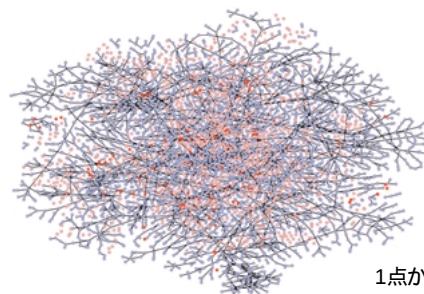
人々や企業間の社会システム、インターネットや電力網などの技術インフラ、遺伝子やタンパク質などの生物システムをネットワークとして捉えた時、驚くほど共通の構造が存在することが世紀末を境に明らかとなり、淘汰にも勝ち残った優れた特性: 効率的で故障にも強いを持つネットワークの設計運用法に関する研究が世界的に注目されています。「小さな世界」とも呼ばれるこの特性は、情報通信システムの効率化のみならず、新薬の開発、富の流通、安全な社会の構築など、幅広い分野に影響を与える可能性のある研究テーマです。我々は日本の先陣を切って、局所分散的な制御で日々成長するネットワークの自己組織的な生成原理やその耐故障性などについて、物理や計算機科学のアプローチから取り組んでいます。



小さな初期継続



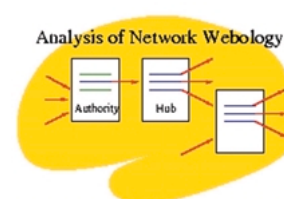
米国東部の電力崩壊



1点からのカスケード故障の例

2) 安全で活性化した地域情報空間の分析とデザイン

WWWやソーシャルネットワーキング、P2Pなどの情報空間における、中心や入り口(ポータルサイト)はどこか?、どのようなコミュニティがどんな役割をしているのか等を分析し、人々の信頼の絆に基づく活性化した社会システムの構築法を検討しています。また、東京工科大学情報メディア学部の上林研究室と共同で、社会関係資本: 人々のつながりによる機会増大を促す資本的価値のある企業事例を通じて分析検討しています。



Web生態系



ネットワークコミュニティ

3) インターネット上の分散コンピューティング

こうしたネットワーク科学は、複雑な現象を扱うので一般に理論解析が難しいことが多いのですが、近年の強力な計算機パワーを駆使することで大規模で現実的なシミュレーション分析を行うことが可能となります。我々は、インターネットのパケット通信、噂やウィルスの拡散伝搬、渋滞などにおける連鎖的な被害規模の推定や効果的な防御策等を対象に、仮想都市的なシミュレーション環境や分析ツールを構築するとともに、複数台のマシンによる効率的な分散計算法についても研究しています。これはグリッドとかボランティアコンピューティングとか呼ばれる分野です。



分散システム

使用装置 分散計算システムPC25台+HA8000/130Wサーバ+275TBストレージ、曲面投影型大規模可視化システムなど

キーワード Scale-Free、小さな世界、アドホック通信、コミュニティ分析

Faculty Profile



北陸先端科学技術大学院大学 知識科学研究科

助教授 林 幸雄

Associate Professor Yukio Hayashi

< 学位 >

豊橋技術科学大学工学士(1985)、豊橋技術科学大学工学修士(1987)、京都大学博士(工学)(1995)

< 職歴 >

富士ゼロックス(株)システム技術研究所(1987)、(株)ATR視聴覚機構研究所(1991)および(株)ATR人間情報通信研究所(1993)に出向研究員、富士ゼロックス(株)システムコミュニケーション研究所(1994)に復帰、同研究所副主任研究員(1995)、北陸先端科学技術大学院大学知識科学研究科助教授(1997 -)

林研究室 知識科学棟III TEL:0761-51-1736 FAX:0761-51-1149
http://ds9.jaist.ac.jp:8080/ E-mail yhayashi@jaist.ac.jp

専門

数理工学、情報幾何学、ネットワークWeb生態系、力学系、ニューラルネット

主な研究課題

- ・自律成長するScale-freeネットワーク生態系の解明
- ・安全で活性化した地域情報空間の分析とデザイン
- ・インターネット上の分散コンピューティング

主な著書・論文・講演発表

- ・林 幸雄, 地理的空間上のSFネットワーク -アドホック通信への応用-, チュートリアル講演, ネットワーク生態学シンポジウム 予稿集, pp.115-123, 2005.
- ・松久保 潤, 林 幸雄, 局所的なリンク構造に基づくコミュニティ構造の抽出法, 情報処理学会論文誌, Vol.46, No.1, pp.301-310, (2005).
- ・宮崎 敏幸, 林 幸雄, SFネットワークモデル上のカスケード故障と防御戦略, ネットワーク生態学シンポジウム 予稿集, pp.53-60, 2005
- ・丹野 聖司, 林 幸雄, 分散コンピューティングによるウイルス感染シミュレーション, ネットワーク生態学シンポジウム 予稿集, pp.85-92, 2005
- ・中村 克久, 林 幸雄, 上林 憲行, 組織におけるSC分析に関する研究, ネットワーク生態学シンポジウム 予稿集, pp.34-35, 2005
- ・林 幸雄, Scale-Freeネットワークの生成メカニズム, 応用数理, Vol.14, No.4, pp.58-74, (2004).
- ・林 幸雄, 講義紹介 ネットワーク生態学, 計測と制御 8月号, 特別企画「創発夏の学校」, Vol.43, No.8, pp.599-605, (2004).
- ・林 幸雄, Scale-freeネットワークにおける感染流行, 京都大学数理解析研究所研究集会, 生物数学の理論とその応用, Mini Symposium 感染症の数理, 2004.
- ・林 幸雄, 経済, 技術インフラ, 生物におけるネットワークの成長原理, - 災害や悪意な攻撃に耐えうるネットワークの設計に向けて -, 招待講演, 立命館大学理工学研究所 学術公開講演会, 2004.
- ・林 幸雄, 自律成長ネットワークと経済 技術 生物の複雑系, -人間関係からインターネット, 遺伝子などの仕組みを理解 応用するために-, 第140回 招待講演, ACNet例会(情報通信技術研究交流会), 2004.
- ・Yukio Hayashi, Epidemic SIR dynamics on scale-free networks, ohp.pdf, Proc. of International Symposium on Dynamical Systems Theory and Its Applications to Biology and Environmental Sciences, pp. 79, (2004).
- ・Yukio Hayashi, Masato Minoura, and Jun Matsukubo, Oscillatory epidemic prevalence in growing scale-free networks, Physical Review E, 69, 016112 (2004).
- ・Jun Matsukubo, and Yukio Hayashi, Efficient method for collecting useful Web pages with the feature of the Web structure, Proc. of the 9th AROB, Vol. 2, pp. 575-578, (2004).
- ・遠藤 友基, 林 幸雄, SFネットワーク構造がパケット輸送に与える影響について, 情報処理学会研究報告 2003-MPS-48(数理モデル化と問題解決研究会), 2004.
- ・藤井 速人, 林 幸雄, 非営利団体(NPO)とのミスマッチ問題に対するXML検索支援システム, 情報処理学会研究報告 2003-GN-51(ネットワークサービスとグループウェア), pp. 31-36, 2004.
- ・林 幸雄, 成長するネットワークの生態学, 招待講演, IBIS2003 オーガナイズドセッション 非数値データ処理, pp. 17-24, 2003.
- ・林 幸雄, ヘテロな分散システムの負荷均一化の最適解, 電子情報通信学会論文誌A, Vol. J86-A, No. 10, pp. 1075-1081, (2003).
- ・Yukio Hayashi, Efficient Load Balancing by Adaptive Bypasses for the

Migration on the Internet, Workshop on Grid Computing for Computational Science in International Conference on Computational Science '03, ohp.pdf LNCS 2658, pp. 257-266, (2003).

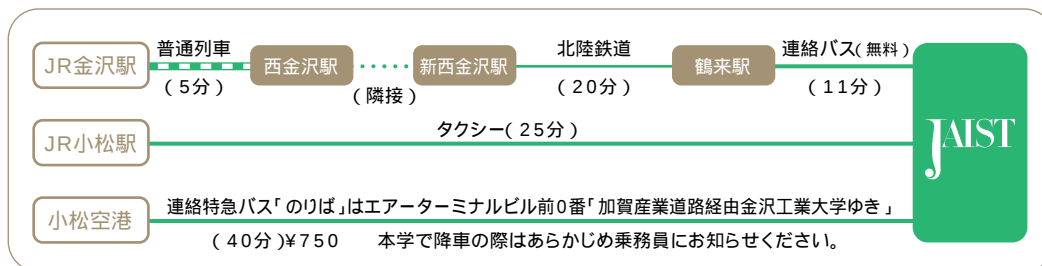
- ・林 幸雄, 箕浦 正人, 松久保 潤, ネットワーク成長によるメール型ウイルスの再流行と重点的なハブの免疫化の効果, 情報処理学会論文誌 数理モデル化と応用, Vol. 44, No. SIG(TOM9), pp. 1234-1244, (2003).
- ・箕浦 正人, 林 幸雄, 電子メールによるコンピュータウイルスの伝染, 情処全大, 第3分冊 6X-6, pp. 551-552, 2003.
- ・秋田 晋吾, 林 幸雄, 松久保 潤, HORBを利用したwebリンク収集システム, 情処全大, 第3分冊 5V-6, pp. 429-430, 2003.
- ・佛明智, 林 幸雄, 災害時の分散型電力供給システムの耐故障性, 電気学会全大 講演論文集 第6分冊 電力システム, pp. 76-77, 2003.
- ・松久保 潤, 林 幸雄, 地域コミュニティにおけるWebアクセスの可視化, 信学総合大会, D-12-32, Mar.27-30, (2002).
- ・伊藤 正敬, 林 幸雄, ORB分散コンピューティングを用いたWebリンク収集, 信学総合大会, D-6-17, Mar.27-30, (2002).
- ・藤本 貴之, 林 幸雄, 視覚障害者にアクセシブルなWebsite構築, 信学総合大会, D-16-19, Mar.27-30, (2002).
- ・大久保 和彦, 林 幸雄, 蛭川 繁, Web的ネットワークにおける情報伝播率と速度, 電子情報通信学会論文誌D-I, Vol.J85-D-I, No.2, pp. 241-244, (2002).
- ・Yukio Hayashi, A Laplacian Suitable for Diffusion or Delivery on Heterogeneous Structures, Proc. of ISITA/NOLTA, pp. 351-354, (2002).
- ・Yukio Hayashi, Diffusion property of dynamically generated scale-free networks. Proc. of the 7th AROB'02, vol.1, pp.332-335, (2002).
- ・林 幸雄, 関係の分布空間上の視点に応じた情報探索法, 電子情報通信学会論文誌A, Vol.J83-A, No.2, pp. 217-229, (2000).
- ・黄 林春, 林 幸雄, リンク構造解析によるページの価値計算とネットワーク分析, 信学技報 IN2000-3, pp. 13-18, (2000).
- ・林 幸雄, データベースの数理モデルの視点パラメータの推定と関数空間におけるモデル拡張. 情報処理学会論文誌, Vol.39, No.6, pp. 1-11, (1998) .

国際貢献・国内貢献等

- ・文部科学省, 研究振興局学術調査官(2003-2005)
- ・情報処理学会, ネットワーク生態学研究会幹事(2004-)
- ・情報処理学会, 数理モデル化と問題解決研究会運営委員(2003-)
- ・計測自動制御, 学会 自律分散システム部会運営委員(2005-)
- ・電子情報通信学会, IBISプログラム委員(2004)
- ・情報処理学会, インタラクション2001 プログラム委員(2000)
- ・情報処理学会, 情報メディア研究会連絡委員(1999-2000)
- ・情報処理学会, 論文誌編集委員(1997-2001)
- ・電子情報通信学会, 応用数理学会, 日本神経回路学会, INNS(International Neural Network Society) 各会員

共同研究の希望テーマ

- ・ネットワーク生態系における地域コミュニティの協調促進
- ・広域分散コンピューティングの実装実験
- ・自律分散システム(分散型電力供給等)
- ・災害時等のアドホック通信ネットワークの構築



JAPAN ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

国立大学法人 **北陸先端科学技術大学院大学**

〒923-1292 石川県能美市旭台1-1 TEL:0761-51-1111(代表)

<http://www.jaist.ac.jp/index-jp.html>

産学連携に関するお問い合わせ

先端科学技術研究調査センター

TEL 0761-51-1070 FAX 0761-51-1944

E-mail ricenter@jaist.ac.jp HPアドレス <http://www.jaist.ac.jp/ricenter/index.html>

学術協力課 連携推進室 産学連携係

TEL 0761-51-1906 FAX 0761-51-1919 E-mail renkei@jaist.ac.jp

林研究室

TEL:0761-51-1736 FAX:0761-51-1149

<http://ds9.jaist.ac.jp:8080/> E-mail yhayashi@jaist.ac.jp