慶賀

林正人教授の日本学術振興会賞・ 日本学士院学術奨励賞受賞を祝して —その研究者像と研究活動の軌跡—

Celebrating Receipt of JSPS Prize and Japan Academy Medal
by Prof. Masahito Hayashi
—His Personality and Tracks of Research Activities—

韓 太舜 Te Sun HAN

名古屋大学の林正人教授が2016年2月に、日本学士院学術奨励賞および日本学術振興会賞を受賞された。受賞理由は「有限符号長の情報理論及び量子情報理論の研究」である。これらの賞は平成16年に創設され、毎年全学術分野から45歳以下の研究者に贈られる賞である。日本学術振興会賞は、25名程度の研究者に日本学術振興会から贈られる賞であり、日本学士院学術奨励賞は、この受賞者の中から、優れた研究成果を上げ今後の活躍が特に期待される6名までの研究者に日本学士院から贈られる賞である。これまで、情報理論の研究者のこれら双方の賞の受賞者が不在であった。より難関である日本学士院学術奨励賞については、関連分野の中でも極めて限定された者しか受賞していない。このような状況の中、林正人教授が情報理論の研究者として初めて日本学術振興会賞と日本学士院学術奨励賞をダブル受賞されたわけである。このことは情報理論分野の存在とその重要性を強く広くアピールするものとなった。今回の受賞に関する推薦理由書を作成し提出した者として、この受賞について心からの喜びと祝意を林正人教授に贈りたい。ここで、あえて付言すれば、林正人教授は国際的には既に量子・情報理論分野の非常に active な若手の leading researcher としてその声価を確立しており、国際的な研究ワークショップの基調講演者としても数多く招かれ、シンガポール国立大学の客員教授なども兼任している（シドニー工科大学については、現在退任）。したがって、今回の受賞は国内的にもそれらを追認するという意味を有していることになる。しかし、この受賞が単なる受賞であることを超えて、情報理論の分野で孤軍奮闘している日本国内の若手研究者たちを鼓舞・激励すると同時に、様々な大学や研究所における研究環境や研究条件の改善を促す契機となるならば、それが今回の受賞の真の意義ではなかろうか。

さて、電気通信大学の八木秀樹准教授からの本稿執筆の依頼を軽い気持ちで引き受けたものの、受賞業績紹介をいざ書き出そうという段になってハタと困ってしまった。林正人教授の積

み上げた業績が広範囲にわたり、しかもそれらの一つ一つが量子・情報理論の先端的テーマに対する重要な貢献になっているらしいことが分かってきたからである。もちろん、筆者の研究分野であるシャノン理論分野での同教授による革新的業績についてはよく承知しているという多少の自負はあったのではあるが、そこで、困って、同教授に連絡をとったところ、幸い、御自身の研究のバックグラウンドや研究業績の基本的骨格部分について詳細に教えてもらうことができた。以下の記事はそれをベースに書かれたものであるが、不適切な所があれば、それは全て筆者の責任である。

林正人氏は、1994年3月に、京都大学理学部を卒業し、その後、1999年3月に、京都大学大学院理学研究科数学・数理解析専攻にて博士の学位を取得している。京都大学理学部の教育システムはユニークで、正式な学科分属がなく、卒業時に取得した単位及び本人の希望から数学、物理学、化学、生物学などから学んだ分野を選び、それが卒業証書に記載されるシステムである。林氏は、学部時代に物理学と数学を学んだため、林氏の卒業証書には「主に物理学及び数学を学んだ」と記載されている。大多数の卒業生は一つの分野のみが記載されるが、林氏の場合このように二つの分野が記載されており、この特質が彼のその後の研究者人生に大きい影響を与えた。今回の受賞につながった林氏の研究成果が、物理学と数学という確固とした学問的バックグラウンドの下で初めて可能になったであろうからである。海外の研究者と会うとよく聞かれるのが “What is your background?” ということであるが、学問的バックグラウンドというのはそれほどの関心事なのであろう。それが母体となっているいろいろなものを生み出すからだ。その後、林氏は、1年間の日本学術振興会特別研究員を経て、理化学研究所の甘利俊一チームの研究員、JSTの量子情報のプロジェクトの技術参事及びグループリーダー、東北大学大学院情報科学研究科の准教授を経た後、2012年に名古屋大学大学院多元数理科学研究科に教授として赴任している。

林氏の最も大きな成果は、有限長の情報理論及び量子情報理論を確立した点にある。以下、簡単に林氏のこれまでの成果をたどってみよう。筆者が初めて林氏を知ったのは、彼が後期博士課程3年目の学生のときであった。電気通信大学と一緒に研究室を運営していた長岡浩司教授（当時、助教授）を彼が訪ねて

韓 太舜 名誉員：フェロー 情報通信研究機構量子 ICT 研究所
E-mail han@nict.go.jp, han@ya2.so-net.ne.jp
Te Sun Han, Fellow, Honorary Member (National Institute of Information and Communication Technologies, Koganei-shi, 184-8795 Japan).

電子情報通信学会 基礎・境界サイエンス
Fundamentals Review Vol.10 No.2 pp.100-103 2016 年 10 月
©電子情報通信学会 2016

いるときに、長岡教授を通じて、量子情報理論の研究者として知ることになった。特に、当初の林氏は量子情報理論の中でも、シャノン理論に近いテーマよりも、統計学の量子拡張に興味があり⁽¹⁾、筆者の研究との関連はさほど大きいものではなかった。当時、筆者は拙著「情報理論における情報スペクトル的方法」⁽²⁾を出版したところであったが、この拙著は、長岡教授には絶賛されたものの、工学的な方面から様々な批判もあった。そのような中、林氏は、学位取得後、情報スペクトルに興味を持ち、筆者の幾つかの情報スペクトルに関する成果を長岡教授と共同で量子系への拡張を行った^{(3) (4)}。当時、これらの成果は、先進分野である情報理論の成果に、非可換性の困難を乗り越えて、後発分野である量子情報理論が追いついたものであったと理解していた。しかし、この成果は、このような見方を越えた所に真の意味を有する重要な成果であることが後になって明らかになる。

林氏が、有限符号長の世界に足を踏み入れたきっかけとなったのは、情報源圧縮と乱数生成の両立の可否を議論する情報源符号化伝承問題であった。2003年12月のSITA（情報理論とその応用シンポジウム）の前日の情報理論研究会で、筆者は正規化ダイバージェンスを基準に取った場合、情報源符号化伝承定理が成立するとの趣旨の講演を行った⁽⁵⁾。しかし、林氏は、この筆者の成果に満足せず、正規化しないダイバージェンスを基準に取った場合、情報源符号化伝承定理が成立しないことを示した⁽⁶⁾。彼は、この議論のために、従来 n のオーダーで情報スペクトル理論を適用していたところを、初めて $\sqrt{n}$ のオーダーで情報スペクトル理論を適用した。この議論では、中心極限定理が、従来は多数の法則が果していた役割を果たすことになる。これにより、 $\sqrt{n}$ のオーダーで見れば情報源圧縮と乱数生成の両立が不可能であることが極めて明確になった。今となっては、 $\sqrt{n}$ のオーダーに情報スペクトル理論を適用することは極めて標準的に行われるが、当時はこのような考え方は多くの人の興味の範囲外であった。この $\sqrt{n}$ のオーダーの議論は、二次漸近論と呼ばれ、符号化のブロック長の有限性が符号化レートに与える影響を見る際に重要な役割を果たす⁽⁷⁾。

その後、林氏は、所属プロジェクトの研究で量子暗号⁽⁸⁾の安全性評価の研究を行った⁽⁹⁾。この研究では、世界に先駆けて安全性評価においても二次漸近論を導入し、符号化のブロック長の有限性が符号化レートに与える影響を議論する素地を作った。量子暗号では、量子通信路中の雑音を完全に除去することが困難であることから、雑音に紛れた部分的な情報漏えいを考慮することが求められる。そのため、秘匿性増強を行って漏れた情報との相関を断ち切る必要がある。ゆえに、どの程度をビットを犠牲にする秘匿性増強を行えば、どの程度まで情報漏えいを小さくできるか評価する必要がある。このために、林氏は、漏れ情報は双対な基底である位相基底での誤り確率を用いて評価できることを示した。秘匿性増強は双対基底で見ると線形なランダム符号化とみなすことができるため、結果的に、双対基底におけるランダム符号化の復号誤り確率の評価に帰着できる。この辺の議論については、上野健爾京大名誉教授による本賞の受賞解説が詳しい⁽¹⁰⁾。林氏は、情報源符号化伝承問題に続いて、この復号誤り確率の議論においても二次漸近論を適用すること

で、量子暗号の安全性評価を実行した。

さて、この議論を振り返って見ると、林氏は線形符号に限った場合での通信路符号化において、実質的に二次漸近論を行っていることが分かる。そのため、この議論を一般の通信路符号化や、エネルギー拘束付き通信路符号化、加法的ガウス雑音通信路(AWGN)などに展開することは自然な成り行きである。問題の順定理は、既存の通信路符号化定理に関する情報スペクトルの成果を $\sqrt{n}$ のオーダーに適用することで得られる。しかし、逆定理はこの方法の単純な適用ではうまくいかない。この問題をクリアするには、より洗練された形での情報スペクトル型の逆定理が必要となる。ここで役立つのが、先に述べた長岡教授と共同で得られた量子通信路に対する情報スペクトルの議論であった。ここでは、単に量子拡張を行ったのみならず、筆者が拙著⁽²⁾で指摘した仮説検定と通信路符号化の関係を、より精緻な形で与えることで順定理、逆定理を与えている⁽³⁾。ここで与えられたより精緻な逆定理を用いることで、林氏は上記の問題を解決した⁽¹¹⁾。実は、その1年後、林氏とは独立に、Princeton大のグループによりこれらの順定理、逆定理と同様の成果が発表された⁽¹²⁾。林氏が一步先んじた形になった。これらの手法は、その後の情報理論における有限長理論において中心的な役割を果たしており、林氏とPrinceton大のグループはこれらの議論をベースにした二次漸近論の成果により、共同で、2011年にIEEE Information Theory Society Paper Awardを受賞している^{(13) (15)}。このように、林氏の長岡教授との共同での先の成果⁽³⁾は、単なる量子拡張を超え、現在の情報理論の骨格の一部を成す成果となっている。

更に、林氏は、有限長理論の手法を量子暗号を含む情報理論的セキュリティの分野でも展開した。現実の量子暗号では、量子通信路中の雑音に加え、単一光子を用いた伝送は困難であるため、弱コヒーレント光が用いられることが多い。この場合、光源で確率的に単一光子が生成されると考えることができ、複数の光子が発生した場合は情報が完全に漏えいしたと判断して安全性を議論する。このような状況では、単一光子の場合に比べ、より多くのパラメータをハンドリングして、適切に秘匿性増強時の犠牲ビット数を決定することが求められる。林氏はこの問題に対しても、有限長理論を展開し、現実の量子暗号に適用可能なセキュリティ評価を与えた^{(16) (17)}。これらの有限長理論では、単純に情報理論的な議論のみならず、精緻な誤差評価などの統計学的議論が組み合わされており、林氏の初期の研究がここでは生かされている。量子暗号に関しては、セキュリティ評価のみならず、林氏は実装を意識して鶴丸豊広氏と共同で、計算量まで考慮したハッシュ関数の構成までも議論している⁽¹⁸⁾。

更に、林氏は、情報理論における伝統的な問題設定である盗聴通信路⁽¹⁹⁾や秘密鍵生成においても、指数的な評価や二次漸近論を展開し、大変有益な有限長でのセキュリティ評価を行っている^{(20) (25)}。これらの議論は、古典系に限らず量子系にも展開されている^{(26) (28)}。特に、秘密鍵生成に関しては、渡辺峻准教授と共同でマルコフ型の相関のある場合まで詳細に有限長理論を展開しており⁽²⁹⁾、まさにこの方面の研究は、林氏の独壇場となっている。特に、盗聴通信路においては、林氏は、筆

者が Verdú 教授と共同で導入した通信路 resolvability⁽³⁰⁾概念が重要な役割を果たすことを初めて指摘し、極めて精緻な評価に成功している^{(20) (24) (28)}。現在では、通信路 resolvability を用いる手法は盗聴通信路において定番となっている^{(31)~(33)}。これらの成果で共通することは、林氏による情報量評価の鮮やかさである。筆者自身、近年になってエネルギーコスト付きの盗聴通信路の研究を行ったが⁽³⁴⁾、その過程において、林氏による情報量評価の鮮やかさを堪能することができた。情報理論研究者にとっては、誤り確率の評価はなじみがあるので、比較的容易に評価することができる。しかし、情報量の評価となると、情報量不等式ぐらいしかなじみがなく、情報量を直接評価することには抵抗がある。林氏の手法を見ると、直感を排して論理だけを頼りに、極めてシンプルな議論で情報量を直接評価している。ところで、量子情報理論では、測定を行うと状態が破壊されるため、安易に直感に頼った議論を行うと誤った結論にたどり着くことが多いと聞く。林氏からは、量子情報理論の研究の過程で、このような能力を磨き上げたと聞いている。林氏の上記の成果の幾つかは、古典的な情報理論の範囲のものであるが、そのような成果であってもその背後に量子情報理論があることは、林氏の活躍の原動力を考える点で注目すべき点である。

振り返ってみると、初めて林氏に出会ったときには、林氏の研究テーマが量子情報理論であることから、林氏が情報理論において、このように大きな貢献をなすとは思っていなかった。ましてや、これほどまでに筆者の研究と関連することなどは予想さえできなかった。しかし、林氏自身による解説を見ると⁽³⁵⁾、量子情報理論の研究者である林氏がこのように量子情報理論の枠を超えて活躍することは、必然であったのかもしれない。学問の進展とは、当事者の予想を裏切って予想外の方に進展することが多いが、林氏の研究スタイルはこれに該当する。冒頭で述べたように、林氏の学部時代に身に着けた学問的バックグラウンドは情報理論とは無関係に見えるものが大半である。しかし、学部時代に物理学及び数学を修めたことは、それを足掛かりにして、既存の学問の枠組みを乗り越えて学問に取り組もうとする姿勢の現れとも見ることができる。これまでの研究成果を通じて、このような姿勢が林氏には一貫しており、学部時代の林氏の姿勢が、その後の彼の研究方向に強い影響を与えていると見ることができる。

ところで、日本学士院学術奨励賞は、今後の活躍が特に期待される研究者に対して日本学士院から贈られる賞である。そのため、過去の成果の上にあぐらをかいているようでは、本賞の受賞者としてはふさわしくないのではないかと。本当に今後の活躍が期待できるか気になる場所である。幸い、林氏から今後の研究の展望について伺う機会があった。林氏は、以下の四つの方向性を考えているとのことであり、そのような心配は林氏に関しては杞憂であった。

まず、一つ目は有限長理論の深化とのことであった。これまで量子暗号への有限長評価が重点的になされたが、今後は、これまでのセキュリティ評価をベースに、無線通信などのようなより実用的な設定でのセキュリティ評価での有限長評価を目指しているとのことであった⁽³⁶⁾。また、符号理論との融合を目指し

ているとのことであった。近年、量子情報から機械学習への貢献が注目を浴びているが、林氏はこの方向性についても二つのアプローチを準備している。一つ目は量子計算機の動作検証である⁽³⁷⁾。量子計算機は熱雑音に弱いので、必ずしも計算結果が正しいとは限らない。そのため、動作検証が必要であるが、林氏は、そのための理論を目指している。一方、量子計算機の実現が困難であることも事実であるため、当面は現在のコンピュータで動作するアルゴリズムへの貢献も求められる。これに応えるため、林氏は情報幾何をベースにした隠れマルコフ過程の解析を進めている。その準備段階として、林氏は既に渡辺氏と共同で情報幾何を用いたマルコフ過程の推定を確立している^{(38) (39)}。この議論においては、量子系での情報幾何において悪戦苦闘し結局大した成果を挙げられなかった経験⁽⁴⁰⁾を通じて林氏が到達した情報幾何の本質的な理解が役立っていると聞いている。全精力を掛けた苦闘の末の挫折がのちに豊かな果実をもたらすことの一例である。

最後に、林氏は、近年勃興している研究テーマとして、量子情報をベースにした熱力学の定式化を視野に入れている^{(41) (42)}。こちらは、情報理論研究者から見ると縁遠いテーマに見えるが、随所に情報理論の技法が使われ新たな情報理論の応用先とみなすこともできるという。このように果敢にフロンティアに挑み続ける林正人教授の姿には驚嘆を禁じ得ない。これからの航海の無事を祈り心からの敬意を表して、今回の受賞に対するお祝いの言葉としたい。

文 献

- (1) M. Hayashi, "Asymptotic estimation theory for a finite dimensional pure state model," J. Phys. A, Math. Gen., vol.31, no.20, pp.4633-4655, 1998.
- (2) 韓 太舜, 情報理論における情報スペクトルの方法, 培風館 1998; T.-S. Han, Information-Spectrum Methods in Information Theory, Springer, Berlin, 2003.
- (3) M. Hayashi and H. Nagaoka, "General formulas for capacity of classical-quantum channels," IEEE Trans. Inf. Theory, vol. 49, pp.1753-1768, 2003.
- (4) H. Nagaoka and M. Hayashi, "An information-spectrum approach to classical and quantum hypothesis testing," IEEE Trans. Inf. Theory, vol. 53, pp.534-549, 2007.
- (5) T.-S. Han, "Folklore in source coding: information spectrum approach," IEEE Trans. Inf. Theory, vol. 51, no. 2, pp.747 - 753, 2005; 韓 太舜, (2003) 情報理論研究会
- (6) M. Hayashi, "Second-order asymptotics in fixed-length source coding and intrinsic randomness," IEEE Trans. Inf. Theory, vol. 54, no. 10, pp.4619 - 4637, 2008.
- (7) V. Strassen, "Asymptotische abschätzungen in Shannon's Informationstheorie," Transactions of the Third Prague Conference on Information Theory etc, pp. 689-723, Czechoslovak Academy of Sciences, Prague, 1962.
- (8) C. H. Bennett and G. Brassard, "Quantum cryptography: public key distribution and coin tossing," Proc. IEEE International Conference on Computers, Systems and Signal Processing, pp. 175-179, Bangalore, India, 1984.
- (9) M. Hayashi, "Practical evaluation of security for quantum key distribution," Phys. Rev. A, vol. 74, 022307, 2006.
- (10) 上野健爾, "林正人君の第 12 回日本学術振興会賞および第 12 回日本学士院学術奨励賞受賞を祝して," 数学通信, vol.21, no.1, pp.18-20, 2016.

- (11) M. Hayashi, "Information spectrum approach to second-order coding rate in channel coding," IEEE Trans. Inf. Theory, vol. 55, no. 11, pp. 4947 – 4966, 2009.
- (12) Y. Polyanskiy, H.V. Poor, and S. Verdú, "Channel coding rate in the finite blocklength regime," IEEE Trans. Inf. Theory, vol. 56, no. 5, pp.2307 – 2359, 2010.
- (13) 大濱靖匡, "林正人先生の 2011 IEEE Information Theory Society Paper Award 受賞に寄せて," 信学 Fundamentals Review, vol. 6, no. 1, pp. 10–11, 2012.
- (14) 林 正人, "情報スペクトルによる二次オーダーの情報理論 - 一次漸近理論を超えて - ," 信学 Fundamentals Review, vol. 6, no. 1, pp. 12-25, 2012.
- (15) M. Hayashi, "Second order analysis based on information spectrum" IEEE Information Theory Society Newsletter, vol. 62, no. 1, March, 2012.
- (16) M. Hayashi, "Upper bounds of eavesdropper's performances in finite-length code with the decoy method," Phys. Rev. A, vol.76, 012329, 2007.
- (17) M. Hayashi and R. Nakayama, "Security analysis of the decoy method with the Bennett-Brassard 1984 protocol for finite key lengths," New Journal of Physics, 16, 063009, 2014.
- (18) M. Hayashi and T. Tsurumaru, "More efficient privacy amplification with less random seeds via dual universal hash function," IEEE Trans. Inf. Theory, vol. 62, no. 4, pp. 2213 – 2232, 2016.
- (19) A. D. Wyner, "The wire-tap channel," Bell. Syst. Tech. J., vol. 54, no. 8, pp. 1355–1387, 1975.
- (20) M. Hayashi, "General non-asymptotic and asymptotic formulas in channel resolvability and identification capacity and its application to wire-tap channel," IEEE Trans. Inf. Theory, vol. 52, no. 4, pp. 1562–1575, 2006.
- (21) M. Hayashi, "Exponential decreasing rate of leaked information in universal random privacy amplification," IEEE Trans. Inf. Theory, vol. 57, no. 6, pp. 3989–4001, 2011.
- (22) M. Hayashi, "Security analysis of epsilon-almost dual universal2 hash functions: smoothing of min entropy vs. smoothing of Renyi entropy of order 2," IEEE Trans. Inf. Theory, vol. 62, no. 6, pp. 3451 – 3476, 2016.
- (23) M. Hayashi, "Tight exponential analysis of universally composable privacy amplification and its applications," IEEE Trans. Inf. Theory, vol. 59, no. 11, pp. 7728 – 7746, 2013.
- (24) M. Hayashi and R. Matsumoto, "Secure multiplex coding with dependent and non-uniform multiple messages," IEEE Trans. Inf. Theory, vol. 62, no. 5, pp. 2355 – 2409, 2016.
- (25) M. Hayashi, H. Tyagi, and S. Watanabe, "Secret key agreement: general capacity and second-order asymptotics," IEEE Trans. Inf. Theory, vol. 62, no. 7, pp. 3796 – 3810, 2016.
- (26) M. Hayashi, "Large deviation analysis for quantum security via smoothing of Renyi entropy of order 2," IEEE Trans. Inf. Theory, vol. 60, no. 10, pp. 6702 – 6732, 2014.
- (27) M. Hayashi, "Precise evaluation of leaked information with secure randomness extraction in the presence of quantum attacker," Commun. Math. Phys., vol. 333, no. 1, pp. 335-350, 2015.
- (28) M. Hayashi, "Quantum wiretap channel with non-uniform random number and its exponent and equivocation rate of leaked information," IEEE Trans. Inf. Theory, vol. 61, no. 10, pp. 5595-5622, 2015.
- (29) M. Hayashi and S. Watanabe, "Uniform random number generation from Markov chains: Non-asymptotic and asymptotic analyses," IEEE Trans. Inf. Theory, vol. 62, no. 4, pp. 1795-1822, 2016.
- (30) T. S. Han and S. Verdú, "Approximation theory of output statistics," IEEE Trans. Inf. Theory, vol. 39, no. 3, pp. 752–772, 1993.
- (31) M. R. Bloch and J. N. Laneman, "Strong secrecy from channel resolvability," IEEE Trans Inf. Theory, vol. 59, no. 12, pp. 8077-8098, Dec. 2013.
- (32) J. Hou and G. Kramer, "Effective secrecy: Reliability, confusion and stealth," Proc. IEEE Int. Symp. Inf. Theory, pp. 601 – 604, Honolulu, HI, USA, July 2014.
- (33) M. Bloch, M. Hayashi, and A. Thangaraj, "Error-control coding for physical-layer secrecy," Proceedings of IEEE, vol. 103, no. 10, pp. 1725-1746, 2015.
- (34) T.S. Han, H. Endo, and M. Sasaki, "Reliability and secrecy functions of the wiretap channel under cost constraint," IEEE Trans. Inf. Theory, vol.60, no.11, pp.6819–6843, Nov. 2014.
- (35) 林 正人, "情報理論における量子情報理論の役割 - 非可換拡張を超えて - ," 信学 Fundamentals Review vol. 10, no. 1, pp.4-13, 2016.
- (36) M. Hayashi, "Security guaranteed secure wireless communication based on reverse reconciliation," <http://arxiv.org/abs/1604.00635>, 2016.
- (37) M. Hayashi and T. Morimae, "Verifiable measurement-only blind quantum computing with stabilizer testing," Phys. Rev. Lett., vol. 115, 220502, 2015.
- (38) M. Hayashi and S. Watanabe, "Information geometry approach to parameter estimation in Markov chains," Annals of Statistics, vol. 44, no. 4, pp. 1495-1535, 2016.
- (39) S. Watanabe and M. Hayashi, "Finite-length analysis on tail probability for Markov chain and application to simple hypothesis testing," Accepted for publication in Annals of Applied Probability.
- (40) M. Hayashi, "Characterization of several kinds of quantum analogues of relative entropy," Quantum Information and Computation, vol.6, pp. 583-596, 2006.
- (41) M. Hayashi and H. Tajima, "Measurement-based formulation of quantum heat engine," <http://arxiv.org/abs/1504.06150>, 2015.
- (42) H. Tajima and M. Hayashi, "Optimal efficiency of heat engines with finite-size heat baths," <http://arxiv.org/abs/1405.6457>, 2014.

韓 太舜 (名誉員:フェロー)

昭 39 東大・工・計数卒, 昭 46 同大学院博士課程修了. 以来, シャノン理論 (特に, 多端子情報理論, 情報スペクトル理論) の研究に従事. 現在, 情報通信研究機構に所属, 電通大名誉教授. 工博, 平 2 IEEE Fellow, 平 22 シャノン賞受賞. 平 5-8 IEEE Transactions on Information Theory Associate Editor for Shannon Theory, IEEE Information Theory Society 理事. 著書「情報理論における情報スペクトルの方法」(英訳: Information Spectrum Methods in Information Theory; Springer-verlag, 2003) など. 本会 業績賞, 功績賞各受賞.